

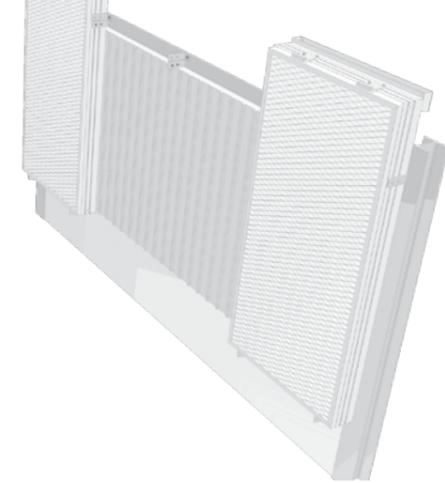
# SPAS

Sound and Particle Absorbing System

## Layman's Report



# Zusammenfassung Summary



## Hintergrund/Umweltproblem

Die Hauptursache der Feinstaubbelastung in Städten ist in den meisten Fällen der lokale Straßenverkehr. Einerseits entsteht dies verbrennungsbedingt aus Dieselabgasen, andererseits durch Wiederaufwirbelung von Straßenstaub (Abrieb von Straßenbelag, Bremsen, Reifen, etc.).

Diese winzigen Partikel können tief in menschliche Lungen eindringen. Neben Atemwegserkrankungen kann auch das Herz-Kreislaufsystem geschädigt werden. Betroffen sind vor allem Kinder und ältere Menschen. Klagenfurt mit seiner Beckenlage ist – wie viele andere Städte und Regionen – davon betroffen. An stark befahrenen Straßen werden im Jahreschnitt nahezu 25 % der Feinstaubbelastung durch Wiederaufwirbelung verursacht.

## Ziel des EU-LIFE-Umweltprojektes SPAS

Im Rahmen des Projektes wurde eine innovative Kombination von Lärmschutzwänden mit einer neuen Feinstaubfiltertechnik entwickelt und getestet.

Dieses weltweit neuartige System ermöglicht eine Reduktion der Feinstaub-Partikel aus Wiederaufwirbelung direkt am Entstehungsort um ca. 15-31 %. Damit kann der gesundheitlichen Doppelbelastung von Lärm und Feinstaub entgegengewirkt werden. Dabei filtern spezielle Filterkörbe, die in der Standardausführung aus einem Grob- und Feinfilter bestehen, den durch vorbeifahrende Kraftfahrzeuge aufgewirbelten Luftstrom.

Die in SPAS entwickelten und im Echtbetrieb getesteten Filterwände haben Pilotcharakter und werden in Klagenfurt dauerhaft weitergeführt.

## Background/Environmental Problem

*Fine-dust or particulate matter pollution in towns and cities is, in most cases, caused primarily by local road traffic, more specifically by combustion-related diesel exhaust emissions on the one hand and by re-suspension of road dust (abrasion of road surface, brakes, tyres, etc.) on the other.*

*These tiny particles are able to penetrate deep into the lungs, triggering not only respiratory diseases but also damaging the cardio-vascular system. Children and elderly people are particularly vulnerable. Like many other cities, towns and regions, Klagenfurt, which is located in a basin, suffers from this environmental pollution, of which almost 25 %, on an annual average, is due to re-suspension on busy roads.*

## Objective of the EU LIFE-Environment Project SPAS

*In the context of this project, an innovative combination between a noise-protection wall and fine-dust filter technology was developed and tested. This new system is unique worldwide and is able to reduce fine-dust particles produced by re-suspension right at the site of their origins by approximately 15-31%, thus counteracting the two-fold burden of noise and fine dust on health. Special baskets, which consist of a coarse filter and a fine filter in the standard version, filter the air which is raised by the motor vehicles as they pass by.*

*The elements which were developed under SPAS and tested under real-time conditions have pilot character and will be carried on in Klagenfurt beyond 2010.*

## Project Contents

*The innovative fine-dust filters were first tested and optimised in laboratory tests. Based on different versions, the optimum position and alignment of the trial walls were calculated and simulated by the project partner VIF via computer models. The three trial walls were put up and tested in Klagenfurt in cooperation with the Department of Transport of the Carinthian Government: In Viktring, a new noise-protection wall with filter baskets was erected; In Wölfnitz, an existing noise-protection wall was retrofitted with the new filter system; and in the Lendorf underpass on the A2 motorway, the filters were mounted on the roof and sidewalls of the tunnel portal.*

*Air-quality measurements were performed at all three sites by Graz University of Technology. Noise measurements were commissioned by the Land of Carinthia. The service life of the filters and their maintenance intervals were calculated by Graz University of Technology and verified via chemical filter analyses.*

## Project Result

*These measurements have demonstrated that the average fine-dust concentration is 15-20% lower behind the SPAS-equipped noise-protection wall than in front of the wall. The tunnel version reduces the proportion caused by re-suspension by 23%.*

## Duration of the Project

*1 October 2006 to 31 December 2009*

## Project Partners

*City of Klagenfurt on Lake Wörthersee; Land of Carinthia, Dept. 7; Graz University of Technology; The Virtual Vehicle Competence Center, VIF; and the companies Betonwerk Rieder; Knauf Insulation; C.B.S. Click-BauSysteme.*

## Projekthinhalte

Die innovativen Feinstaubfilter wurden zuerst in Laborversuchen getestet und optimiert. Die optimale Lage und Ausrichtung der Versuchswände wurde in verschiedenen Varianten vom Projektpartner VIF mit Computermodellen berechnet und simuliert. Danach wurden in Klagenfurt in Zusammenarbeit mit dem Verkehrsreferat des Landes Kärnten drei Versuchswände errichtet und getestet: In Viktring wurde eine neue Lärmschutzwand mit Filterkörben aufgestellt, in Wölfnitz wurde die bestehende Lärmschutzwand mit dem neuen Filtersystem nachgerüstet, und auf der Autobahn (A2) in der Unterflurtrasse Lendorf wurden die Filter an Decke und Wänden des Tunnelportals angebracht.

Die TU Graz nahm Luftgüte-Messungen an allen 3 Standorten vor. Die Lärmessungen wurden vom Land Kärnten beauftragt. Die Standzeiten und Wartungsintervalle wurden von der TU Graz berechnet und durch chemische Filteranalysen verifiziert.

## Projektergebnis

Diese Messungen haben ergeben, dass hinter der mit SPAS ausgerüsteten Lärmschutzwand die Feinstaub-Konzentration durchschnittlich um 15 - 20 % geringer ist als vor der Wand. Bei der Tunnelvariante wird der Wiederaufwirbelungsanteil um 23 % reduziert.

## Projektdauer

01.10.2006 – 31.12.2009

## Projektpartner

Stadt Klagenfurt am Wörthersee, Land Kärnten, Abt. 7, Technische Universität Graz, VIF Virtuelles Fahrzeug Kompetenzzentrum, Firma Rieder, Firma Knauf Insulation, Firma C.B.S.

# Produktentwicklung Product Development

## Produktoptimierung, Prototypentwicklung und Laboruntersuchungen

Ziel der Produktoptimierung und Prototypentwicklung war die Schaffung eines anwendungsfertigen Produktes „Feinstaubfilter für Lärmschutzwände“.

Der vom Projektpartner VIF in Simulationen ermittelte, maximal zulässige Druckabfall im Filterelement liegt bei etwa 65 Pa. Das entspricht jenem Druckstoß, welcher durch ein vorbeifahrendes Fahrzeug (LKW), auf der Lärmschutzwand erzeugt wird. Dadurch wird gewährleistet, dass auch jedes Mal ein Luftstrom durch den Filter erzeugt wird, wenn ein Fahrzeug beim Filter vorbeifährt.

Im Vorfeld der Feldversuche in Klagenfurt waren intensive Laborversuche notwendig, um das geeignete Filtermaterial zu ermitteln. Die Anforderungen waren entsprechend vielschichtig. Zum einen musste den technischen Notwendigkeiten genüge getan werden (niedrige Widerstände der Filter, hohe Staubabscheidung), zum anderen wurde auch auf ökologische und praktische Aspekte Rücksicht genommen (Recyclingfähigkeit und Handhabung). Nicht zuletzt musste ein eigener Filter für den Einsatz im Tunnel gefunden werden, da dort auf spezielle Vorgaben geachtet werden muss (Brandbeständigkeit, etc.). Um die Filtermaterialien unter möglichst realistischen aber kontrollierbaren Bedingungen testen zu können, wurde ein Prüfstand in einem Betriebsgebäude des Plabutschtunnels betrieben. Mit Tunnelluft (Straßenstaub und Abgase) wurden die einzelnen Filtermaterialien getestet.

Wichtigste Ergebnisse waren die möglichen Abscheideraten von Feinstaub sowie der Druckverlust über den Filter.

## Product Optimisation, Development of Prototypes and Laboratory Tests

*The aim of product optimisation and of the development of prototypes was to create a ready-to-use product - "fine-dust filter for noise-protections walls".*

*The maximum permissible pressure decrease in the filter element, as determined by the project partner VIF via simulation, is approx. 65 Pa. This corresponds to the shock wave which is generated by a vehicle passing by (lorry) and which impacts on the noise-protection wall. This ensures that an air flow is forced through the filter whenever a vehicle drives past the filter.*

*Prior to the field trials in Klagenfurt, extensive laboratory tests had to be performed to determine the right filter material. Accordingly, the requirements were manifold and diverse. On the one hand, the technical conditions had to be satisfied (low filter resistance, high absorption capacity) and on the other ecological and practical aspects had to be considered (recycling capability and handling). Last but not least, a filter which was suitable for application in the special environment of a tunnel had to be found (fire resistance, etc.). To test the filter materials under conditions which were as close as possible to reality, yet reproducible, a test bed was operated in one of the control buildings of the Plabutsch Tunnel. Using the tunnel air (road dust and exhaust emissions), the various filter materials were tested.*

*The most important results were the potential fine-dust absorption rates and the pressure loss across the filter.*

*All in all, more than 20 different filter types of all kinds of materials and in a variety of combinations were measured. Ultimately, two different options emerged, a two-stage filter consisting of a coarse filter and a fine filter for use in open spaces, and a single-stage, fire-resistant version for the tunnel environment.*



Abbildung 1: Filterprüfstand am Plabutschtunnel  
Figure 1: Filter test bed in the Plabutsch Tunnel

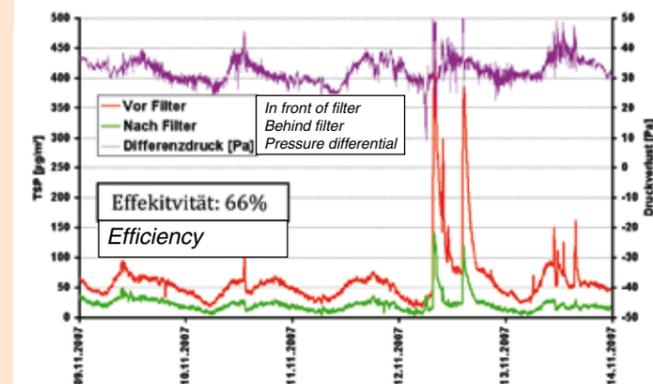


Abbildung 2: Beispielhaftes Ergebnis eines Filtertests  
Figure 2: Example of a filter-test result

Insgesamt wurden mehr als 20 verschiedene Filtertypen aus unterschiedlichsten Materialien und in verschiedenen Kombinationen vermessen. Letztendlich haben sich zwei unterschiedliche Konfigurationen herauskristallisiert. Im Freiland werden zweistufige Filter, bestehend aus einem Grobfilter und einem Feinfilter eingesetzt, im Tunnel kommt auf Grund seiner brandbeständigen Eigenschaften nur eine einstufige Ausführung zum Einsatz.

# Simulationen Simulations



Abbildung 3: Filterkasten auf Faseton Hohlwelle  
Figure 3: Filter box on Faseton Hohlwelle

## Technischer Aufbau eines SPAS-Filters

Mit den besten aus den Versuchen hervorgegangenen Filtermaterialien wurden die unterschiedlichen Filtermodule konstruiert. Ein SPAS-Element besteht demnach aus einem Filterkasten, in welchen die beiden Filtermodule (Grobstaubfilter, Feinstaubfilter) mit je 2 m Länge und 1 m Breite mit einem definierten Abstand zueinander eingesetzt werden können. Für die Wartung ist der Ausbau der Filterelemente in umgekehrter Reihenfolge möglich. Die einzelnen Filterelemente selbst bestehen aus einem genieteten Aluminiumrahmen, in welchen die Filtermedien eingepasst werden. Diese werden auf beiden Seiten von einem Stützgitter gehalten. Die Rahmen können somit einfach in den Filterkasten eingesetzt und fixiert werden. Als Filtermaterialien kommen für die Grobstaubfilterstufe Polyester-Dämmmatten und für die Tunnelanwendung, wegen der dort geforderten Brandbeständigkeit, Mineralwollelammatten mit niedriger Dichte zum Einsatz. Für die Feinfilterstufe werden konventionelle Feinfiltermatten der Klasse F6 eingesetzt, welche bei niedrigem Druckverlust eine ausgezeichnete Feinstaubabscheidung gewährleisten. Der Filterkasten wird mit Hilfe einer Vorrichtung auf der Lärmschutzwand aufgesetzt, wobei bei der integrierten Version die Lärmschutzwand aus der Faseton Hohlwelle® (Fa. Rieder) besteht, was eine optimale Luftführung hinter der Lärmschutzwand erlaubt. Abbildung 3 zeigt den Filterkasten, wie er an der Lärmschutzwand angebracht ist.

Die Filterelemente für die Tunnelanwendung bestehen ebenfalls aus Aluminium, sind jedoch polyesterpulverbeschichtet. Für die Anbringung des Filterelementes an der Tunnelwand werden zweifach lackierte feuerverzinkte Anbindewinkel aus Stahl sowie Segmentanker aus Edelstahl (entsprechend den einschlägigen Sicherheitsrichtlinien im Straßentunnel) verwendet.

## Technical Design of a SPAS Filter

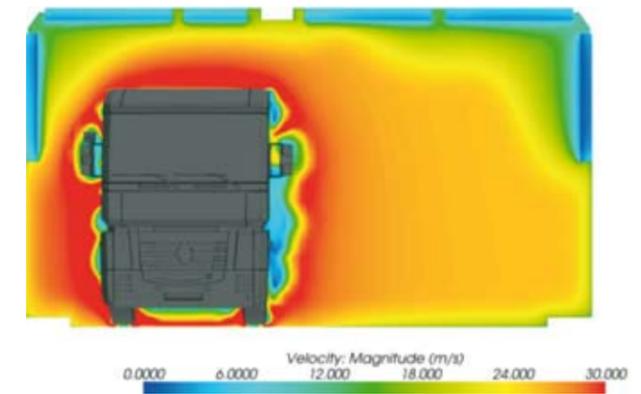
*Using the filter materials which had proved to be best in the tests, various filter modules were designed. Accordingly, a SPAS element consists of the filter box into which the two filter modules (coarse-dust filter, fine-dust filter) each measuring 2m in length and 1m in width can be placed at a defined distance from each other. For maintenance, the filter elements can be removed in reverse order. The individual filter elements themselves consist of a riveted aluminium frame, into which the filter media are inserted. They are held in place on both sides by a supporting grid. The frames can thus be easily fitted into the filter box and fastened there.*

*Candidates for the filter materials are polyester insulation mats for the coarse-dust filter stage and mineral-wool mats of low density for the application in the tunnel because of the fire resistance requirements. For the fine-filter stage, conventional class F6 fine-filter mats, which ensure excellent fine-dust absorption at a low loss of pressure, are employed.*

*The filter box is placed onto the noise-protection wall with the aid of a special device. In the integrated version, the material used for the noise-protection wall is Faseton Hohlwelle® (by Betonwerk Rieder), which provides for optimum airflow behind the noise-protection wall. Figure 3 shows the filter box and its mounting on the noise-protection wall.*

*The filter elements for the tunnel version are made of aluminium, too, but they are polyester-powder coated. The filter elements are fastened onto the tunnel wall by means of hot galvanised steel mounting angles with two coats of paint and stainless steel segment anchors (as specified in the safety guidelines for road tunnels).*

Abbildung 4: Geschwindigkeitsverteilung im Tunnelquerschnitt  
Figure 4: Velocity distribution in the tunnel cross section



## Simulations by Way of Computer Models

*Based on an abstract lorry model, the Ground Transportation System (GTS), the main factors of influence could be demonstrated via a parameter study. After this, the sites at which the SPAS elements were to be tested were selected. In addition, the influence of the filter material on the expected throughput was examined on the test bed and via simulation. This allowed the minimum possible pressure potential upstream of the SPAS filter to be assessed.*

*Apart from conducting numerous preliminary tests using different vehicle models, the locations in open spaces and in the tunnel were simulated. Moreover, measurements were performed at the demonstration site in Wölfnitz to validate the pressure field generated at the SPAS elements by the flow of traffic. Finally, all the results which had been obtained were employed in several simulations of the complete system, thus enabling the volume flows through the SPAS elements to be predicted. The results do not only provide information on the different vehicles, but also on filter aging and on the influence of lateral winds.*

## Position and Orientation

*Since the speed of vehicles and their distance from the wall have the greatest influence, the SPAS filter should be placed as close as possible to the carriageway. In the tunnel, the SPAS filter should preferably be mounted onto the roof in between lighting fixtures. An additional benefit can be achieved by lateral mounting. Moreover, to determine the optimal shape of the wall, several surface structures which would allow the backpressure behind the filter basket to be diverted (to the top) were investigated.*

## Simulationen durch Computermodelle

Anhand eines abstrahierten LKW-Modelles, dem Ground Transportation System (GTS), konnten die Haupteinflüsse im Rahmen einer Parameterstudie aufgezeigt werden. Danach erfolgte die Auswahl der Demonstrationsstrecken, um die SPAS-Elemente zu testen. Ebenso wurde der Einfluss des Filtermaterials auf den erwarteten Durchfluss am Prüfstand und in der Simulation untersucht. Damit konnten Abschätzungen zum minimal möglichen Druckpotential vor dem SPAS-Filter angestellt werden. Neben einer großen Anzahl von Voruntersuchungen mit verschiedenen Fahrzeugmodellen wurden die Standorte auf freier Strecke und im Tunnel simuliert. Zusätzlich wurden Messungen an einem Demonstrationsstandort in Wölfnitz durchgeführt, um das durch den Verkehr generierte Druckfeld an den SPAS-Elementen zu validieren. Schließlich konnten alle erzielten Erkenntnisse in mehreren Gesamtsystem-Simulationen eingesetzt und die erwarteten Volumenströme durch die SPAS-Elemente angegeben werden. Die Ergebnisse beinhalten nicht nur verschiedene Fahrzeuge, sondern auch Aussagen zu Filteralterung und Seitenwindeinfluss.

## Lage und Ausrichtung

Die Fahrgeschwindigkeit und der Wandabstand haben den größten Einfluss. Demnach sollte der SPAS-Filter möglichst nahe an der Fahrbahn angebracht werden. Im Tunnel erfolgt die optimale Anbringung der SPAS-Filter an der Decke innerhalb des Beleuchtungsfreiraums. Ein Zusatznutzen ergibt sich durch eine seitliche Montage. Auch die optimale Wandform wurde gesucht und dafür mehrere Oberflächenstrukturen untersucht, um den Staudruck hinter dem Filterkorb (nach oben) abzuleiten.

# Versuchswände Trial Walls

## Lärmschutzwand kombiniert mit Feinstaubfiltern

Von der Stad Klagenfurt, dem Verkehrsreferat des Landes Kärnten und der Firma Rieder wurden drei Versuchswände errichtet und getestet:

- 1 In Viktring wurde an der L97 auf einer Streckenlänge von 470m eine neue Lärmschutzwand mit integrierten Filterkörben aufgestellt (Integriertes System)
- 2 In Wölfnitz wurde entlang der B95 auf einer Streckenlänge von 100m auf die bereits bestehende Holz-Lärmschutzwand das Filtersystem aufgesetzt (Nachrüstung)
- 3 Bei der Unterflurtrasse Lendorf auf der A2, Fahrtrichtung Wien, wurden auf einer Streckenlänge von 75m die Filter an Decken und Wänden eines Tunnelportals angebracht (Tunnelvariante)

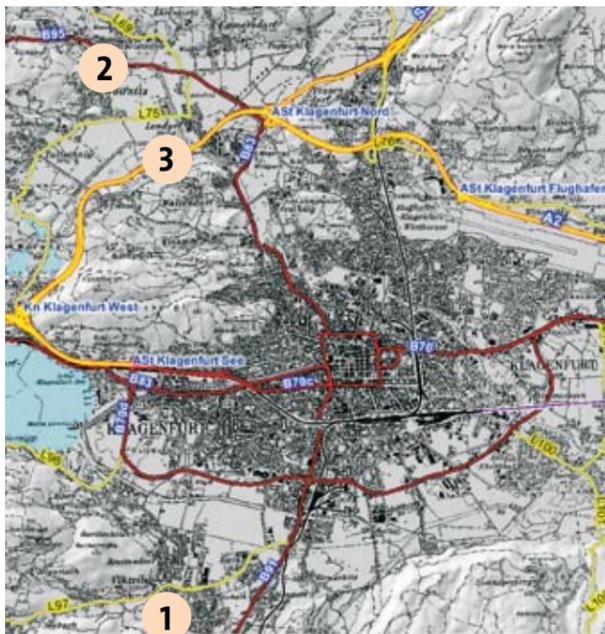


Abbildung 5: Lageplan der 3 Standorte der SPAS-Lärmschutzwände  
Figure 5: Site map of the 3 SPAS noise-protection wall locations

## Noise-Protection Wall Combined with Fine-Dust Filters

Three trial walls were installed and tested by the City of Klagenfurt, the Department of Transport of the Land of Carinthia and Betonwerk Rieder.

- 1 In Viktring, a new noise-protection wall of 470m in length with integrated filter baskets was put up along the L97 road (integrated system).
- 2 In Wölfnitz, an existing wooden noise-protection wall along the B95 road was provided with the filter system along a section of 100m (retrofitting).
- 3 In the Lendorf underpass on the A2 motorway in the direction of Vienna, the filters were mounted on the roof and the sidewalls of a tunnel portal along a length of 75m (tunnel version).



Abb. 6 - 7: Neue errichtete Lärmschutzwand mit Filterelementen in Viktring  
Figures 6-7: Newly erected noise-protection wall in Viktring



Abb. 8: SPAS-Filterelemente in Wölfnitz  
Figure 8: SPAS filter elements in Wölfnitz



Abb. 9: Unterflurtrasse Lendorf mit SPAS-Filterelementen  
Figure 9: Lendorf underpass with SPAS filter elements

Serial production and assembly of the filter baskets was undertaken by Forster Metallbau. The fine-dust filter basket intended for use in open spaces is a two-stage system consisting of a coarse filter and a fine filter. For the tunnel, a single-stage filter of mineral wool has been chosen for fire safety considerations.

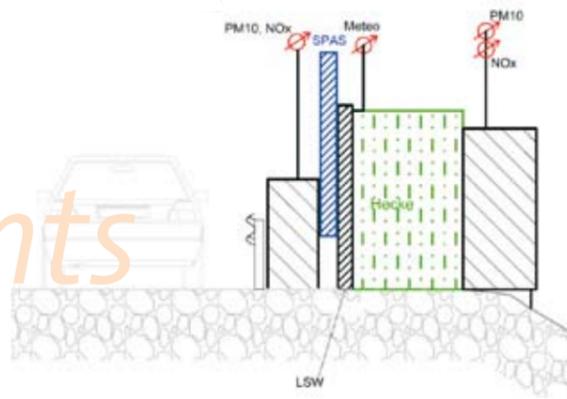
The effectiveness of the fine-dust filters under real-world conditions was scientifically investigated at all three sites via air-quality measurements performed by Graz University of Technology and the Department of Environmental Protection of the City of Klagenfurt.

Die Serienproduktion und Montage der Filterkörbe erfolgte durch die Firma Forster. Der Feinstaub-Filterkorb beinhaltet im Freiland ein 2 Stufen-System mit einem Grob- und einem Feinfilter. Im Tunnel wurde aus Brandschutzgründen ein 1-stufiger Filter aus Mineralwolle verwendet.

Durch Luftgütemessungen der Technischen Universität Graz und der Umweltabteilung der Stadt Klagenfurt wurde die Wirksamkeit der Feinstaubfilter im Echtbetrieb an allen 3 Versuchsstandorten vor Ort wissenschaftlich untersucht.

# Messungen Measurements

Abbildung 10: Messaufbau vor und hinter der Lärmschutzwand mit SPAS in Wölfnitz  
Figure 10: Experimental set-up in front of and behind the noise-protection wall with SPAS in Wölfnitz



## Messtechnische Begleituntersuchungen

Um Aussagen über die Feinstaub reduzierende Wirkung von SPAS-Elemente machen zu können, wurden mehrere Messungen sowohl mit als auch ohne SPAS an allen drei Demonstrationsstandorten durchgeführt. Dabei wurden die Schadstoffe PM<sub>10</sub> (Feinstaub), NO<sub>x</sub> (Stickoxide), die meteorologischen Parameter Windgeschwindigkeit und Windrichtung sowie die Verkehrsstärken und Zusammensetzungen erfasst. Aus dem Vergleich der NO<sub>x</sub> und PM<sub>10</sub> Konzentrationen bzw. den Messungen mit und ohne SPAS kann auf die Wirksamkeit geschlossen werden. Davon ausgehend, dass sich die Verdünnung von PM<sub>10</sub> ähnlich wie jene von NO<sub>x</sub> verhält, ist immer dann eine Wirksamkeit von SPAS gegeben, wenn die Abschwächung von PM<sub>10</sub> über die mit SPAS ausgerüstete Lärmschutzwand größer ist als jene von NO<sub>x</sub>.

Weitere Untersuchungen haben gezeigt, dass vor allem im Winter der Anteil der Aufwirbelung von PM<sub>10</sub> an Freilandstraßen etwa 80 % des gesamten straßenverursachten Feinstaubes ausmacht. Bei einer Abnahme von PM<sub>10</sub> auf Grund von SPAS-Elementen von etwa 12 %, wie die Abbildung 11 zeigt, bedeutet das eine Reduktion des aufgewirbelten Feinstaubes von etwa 15 %. Für die Tunnelvariante wurde über eine „Eingang-Ausgang“ Messung die relativen PM<sub>10</sub> non exhaust Emissionen (bezogen auf 1 km und 1 Fzg.) bestimmt, die im Tunnel frei werden. Der direkte Vergleich mit und ohne SPAS zeigt, dass diese unter optimalen Bedingungen um etwa 23 % gesenkt werden konnte. Auch für die Unterflurtrasse Lendorf wurde der Anteil des aufgewirbelten Feinstaubes am gesamten straßenbedingten PM<sub>10</sub> ermittelt. Dieser Wert liegt etwa bei 70 %.

Insgesamt kann somit gezeigt werden, dass unter günstigen Randbedingungen (Wind im rechten Winkel auf die mit SPAS ausgerüstete Lärmschutzwand) eine Reduktion des wiederaufgewirbelten Feinstaubanteils in Straßennähe von etwa 15-31 %, im Tunnel ein Reduktionspotential von etwa 23 % erzielt wird.

## Accompanying Metrological Studies

*To be able to predict the fine-dust-reducing effect of SPAS elements, several measurements were performed at all three demonstration sites both with and without SPAS. These included the determination of the pollutants PM<sub>10</sub> (fine dust or particulate matter) and NO<sub>x</sub> (nitrogen oxide), the meteorological parameters wind velocity and wind direction as well as traffic volume and traffic composition. Assuming that the dilution of PM<sub>10</sub> is similar to the dilution of NO<sub>x</sub>, SPAS can be expected to be effective if the attenuation of PM<sub>10</sub> via the SPAS noise-protection wall is greater than the decrease in NO<sub>x</sub>.*

*Further investigations have shown that re-suspension of PM<sub>10</sub> accounts for about 80% of the entire road-related fine dust burden on rural roads, particularly in winter time. A reduction of PM<sub>10</sub> due to the SPAS elements of about 12% as shown in Figure 11 is equivalent to a decrease in re-suspended fine dust of approx. 15%. For the tunnel version, the relative PM<sub>10</sub> non-exhaust emissions (related to 1 km and 1 vehicle) which are released in the tunnel have been determined via input-output measurements. A direct comparison between the version with and without SPAS has shown that a reduction of about 23% can be achieved under optimal conditions. The contribution of re-suspended fine dust to the entire road-related PM<sub>10</sub> pollution has been determined for the Lendorf underpass, too. It amounts to about 70%.*

*All in all, this has provided evidence that, under favourable conditions (wind at a right angle to the SPAS-equipped noise-protection wall), a reduction in re-suspended fine dust of about 15-31% is achievable in proximity to roads and of about 23% in tunnels.*

Abbildung 11: Abschwächung der PM<sub>10</sub> und NO<sub>x</sub> Konzentrationen über die Lärmschutzwand mit SPAS  
Figure 11: Attenuation of PM<sub>10</sub> and NO<sub>x</sub> concentrations by the noise-protection wall with SPAS

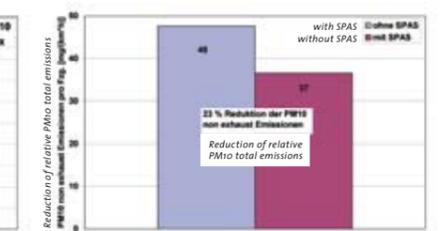
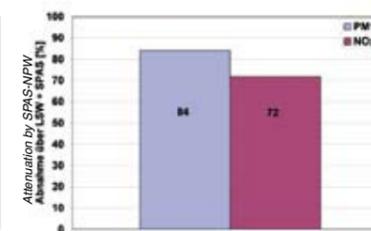
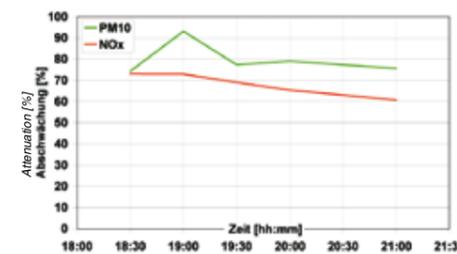


Abbildung 12: Reduktion der relativen PM<sub>10</sub> Gesamtemissionen in der UFT Lendorf durch den Einsatz von SPAS  
Figure 12: Reduction of relative PM<sub>10</sub> total emissions in the Lendorf underpass due to SPAS

## Noise Protection by the Filter Walls

**Site Viktring:** In Viktring, an integrated SPAS protection wall of 470m in length and 2.5m in height was put up along Keutschacher Strasse. Apart from its innovative effect against fine dust, it provides adequate protection against noise emissions from road traffic. Thanks to the sound-shielding effect of SPAS, the exposure for the apartments on the ground-floor and the gardens of neighbouring houses is kept below the permissible ambient pollution limits. The mean noise level has dropped by about 7dB, which is equivalent to a decrease in traffic of about 80%.

**Site Wölfnitz:** At the site in Wölfnitz, an existing noise-protection wall was raised in height by about 0.5m for noise considerations by retrofitting it with SPAS (along a section of 100m). Based on measurements before and after the implementation of SPAS it has been demonstrated that the noise level behind the wall has decreased by 2.1dB at ground-floor level. This allows the conclusion to be drawn that retrofitting with SPAS is also a viable means of improving the shielding effect of existing noise-protection walls.

**Site Lendorf:** At the site in Lendorf, a tunnel portal was lined with sound-absorbing elements for noise considerations. Measurements before and after their installation have proved that sound absorption at tunnel portals can be considerably reduced by providing them with SPAS filter elements.

## Lärmschutz durch die Filterwände

**Standort Viktring:** In Viktring an der Keutschacher Straße wurde die integrierte SPAS-Schutzwand mit einer Länge von 470m und einer Höhe von 2,5m errichtet. Diese bietet neben ihrer innovativen Wirkung gegen Feinstaub vollwertigen Schutz gegen die Lärmemissionen der Landesstraße. Durch die Errichtung des SPAS-Schallschirmes werden die Erdgeschosse und Gärten der benachbarten Wohnhäuser unter die zulässigen Immissionsgrenzwerte geschützt. Die mittlere Pegelreduktion beträgt dabei rund 7dB, was einer Verkehrsabnahme von etwa 80% entspricht.

**Standort Wölfnitz:** Beim Standort Wölfnitz wurde aus lärmtechnischer Sicht eine bestehende Lärmschutzwand durch die Nachrüstung mit SPAS um ca. 0,5m (auf einer Länge von 100m) erhöht. Mittels Vorher-Nachher-Messung wurde gezeigt, dass der Lärmpegel hinter der Wand auf Höhe des Erdgeschosses um 2,1dB reduziert wurde, was einer Verkehrsreduktion um 38% entspricht. Daraus lässt sich schließen, dass eine Nachrüstung mit SPAS auch dafür genutzt werden kann, die Schirmwirkung einer bestehenden Lärmschutzwand zu erhöhen.

**Standort Lendorf:** Beim Standort Lendorf wurde aus lärmtechnischer Sicht ein Tunnelportal schallabsorbierend ausgekleidet. Mittels Vorher-Nachher-Messungen wurde gezeigt, dass durch die Verwendung von SPAS-Filterelementen die Schallabsorption an Tunnelportalen maßgeblich reduziert werden kann.

# Betrieb und Wartung

## Operation and Maintenance

### Betrieb, Instandhaltung und Wartung

Während des Betriebes sind außer einer Sichtkontrolle in regelmäßigen Abständen keine weiteren Tätigkeiten erforderlich. Es wird empfohlen, diese Sichtkontrolle zwei Mal jährlich, jeweils vor Beginn und am Ende der Winterperiode, durchzuführen. Vorfilterelemente, welche eine sichtbare Beschädigung aufweisen, sind sofort auszutauschen. Da die Vorfilterstufe lediglich den dahinter liegenden Feinstaubfilter vor zu hohem Verschleiß und vor Grobstaub schützen soll, ist eine regelmäßige Kontrolle der Abscheidung im Vorfilter nicht notwendig, da Langzeitversuche ergeben haben, dass der Widerstand der Vorfilterstufe mit dem Verschleiß eher abnimmt.

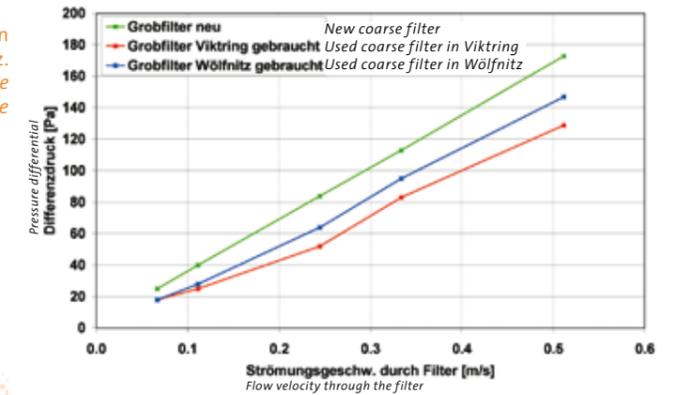
Wenn die Filterstoffe ihre Kapazitätsgrenze erreicht haben, müssen sie je nach eingesetztem Filterstoff entweder erneuert (ausgetauscht) oder regeneriert werden. Zur Erneuerung ist die Öffnung des Filterträgers notwendig. Danach kann der Filterstoff ausgetauscht werden. Der verbrauchte Filterstoff kann dann deponiert oder verbrannt werden.

### Operation, Maintenance and Service

*During operation, no further maintenance apart from visual inspections at regular intervals is required. It is recommended that these visual checks are performed twice a year, at the beginning and at the end of the winter season. Pre-filter elements exhibiting visible damage should be replaced immediately. Since the pre-filter stage merely serves to protect the downstream fine-dust filter from excessive wear and from coarse dust, it is not necessary to check the pre-filter for its absorption efficacy since long-term tests have shown that resistance in the pre-filter stage tends to decrease rather than to increase as wear progresses.*

*Once the filter material has reached the limit of its capacity, it has to be renewed (replaced) or regenerated depending on which filter material has been used. For replacement, the filter carrier must be opened. Then the filter material can be exchanged. The spent filter material can be deposited or incinerated.*

Abbildung 14: Veränderung des Differenzdrucks für den Grobstaubfilter nach mehrmonatigem Einsatz.  
Figure 14: Changes in pressure differential in the coarse-dust filter after several months of use



*Regeneration of the fine-dust filter may be possible in some cases by either removing the particles by vacuum method or by purging it using an appropriate device. However, this requires the filter to be dismantled, too, which may be rather time-consuming. A cost-benefit analysis has shown that this is economically inefficient, given the relatively long service life of the filters.*

*To assess the degree of pollution to which a SPAS noise-protection wall is exposed, the traffic data are collected at the respective sites. Based on this data it can be determined how much air has been forced through the filter within a specified period of time. From an average dust contamination, which results from the air contamination at the respective site and a certain absorption efficiency, it is possible to determine the amount of dust which is retained by the filter. Once a certain quantity of dust has accumulated, the filters have to be exchanged or regenerated.*

Eine Regeneration des Feinfilters ist fallweise möglich, indem man ihn entweder mit einer geeigneten Absauganlage absaugt oder aber in einer speziellen Vorrichtung auswäscht. Zu diesem Zweck muss der Filter jedoch ebenfalls ausgebaut werden, was einen erheblichen Zeitaufwand bedeutet. Eine Kosten-Nutzen-Analyse hat ergeben, dass dies bei den relativ hohen Standzeiten wirtschaftlich ineffizient ist.

Für die Abschätzung des Verschmutzungsgrades einer Lärmschutzwand mit SPAS wird mit den Verkehrsdaten am Standort ermittelt, wie viel Luft in einem bestimmten Zeitraum durch den Filter gedrückt worden ist. Mit einer durchschnittlichen Staubbiladung, welche sich aus der durchschnittlichen Schadstoffbelastung der Luft am betrachteten Standort ergibt und einer bestimmten Abscheideleistung kann die im Filter zurückgehaltene Staubmenge ermittelt werden. Ab einer bestimmten angefallenen Staubmenge sind die Filter schließlich auszutauschen oder zu regenerieren.

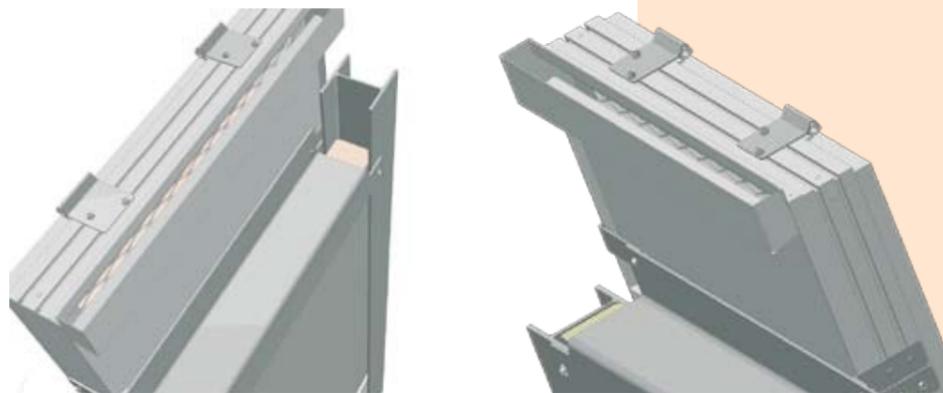


Abbildung 13: Befestigung des Filterkastens an der Lärmschutzwand  
Figure 13: Attachment of the filter box onto the noise-protection wall

	Volume flow per lorry through 1m filter area (at 80 km/h)	
Noise-protection wall (distance 1m from the edge of carriageway) QLorry	0.166	m <sup>3</sup> /m
Noise-protection wall and lateral wind (6m/s) QLW	0.728	m <sup>3</sup> /m
SPAS in the tunnel QT	0.846	m <sup>3</sup> /m

	Volumenstrom pro LKW durch 1m Filterfläche (bei 80 km/h)	
Lärmschutzwand (Abstand 1 m vom Fahrbahnrand) QLKW	0,166	m <sup>3</sup> /m
Lärmschutzwand und Seitenwind (6m/s) QSW	0,728	m <sup>3</sup> /m
SPAS im Tunnel QT	0,846	m <sup>3</sup> /m

# Öffentlichkeitsarbeit Public Relations Activities

## Öffentlichkeitsarbeit

Im Rahmen des Projektes wurde eine aktive Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt, um ein Bewusstsein für das Feinstaub-Problem und das EU-LIFE-Projekt und dessen Maßnahmen zu schaffen sowie die Projektergebnisse europaweit in Fachkreisen zu verbreiten.

So wurden Folder verteilt, eine Projekt-Homepage eingerichtet ([www.life-spas.at](http://www.life-spas.at)), Newsletter versendet, Fachvorträge gehalten, Publikationen veröffentlicht, Pressekonferenzen gegeben, Exkursionen durchgeführt, ein Abschlusskongress mit Ausstellerforum veranstaltet, u.v.m.

Bei den Versuchswänden wurden große Informationstafeln als Hinweis auf das Projekt aufgestellt.

1.-2.10.2009

**FEIN! Staub frei.**

2. internationaler Kongress in Klagenfurt am Wörthersee vom 1. bis 2.10.2009



Abbildung 15: Kongresslogo  
Figure 15: Congress logo

Abbildung 16: Informationstafel bei der Lärmschutzwand in Viktring  
Figure 16: Information board at the noise-protection wall in Viktring

## Public Relations Activities

To raise awareness for the problem of fine dust and the EU Life-Project and its measures as well as to disseminate the project results throughout Europe among the expert community, public relations activities were launched in conjunction with the project.

These included the distribution of folders, the establishment of a project website ([www.life-spas.at](http://www.life-spas.at)), the mailing of newsletters, lectures, the publication of articles, press conferences, on-site visits, the organisation of a closing congress with an exhibitors' forum, etc.

Large information boards were put up at the trial walls to draw attention to the project.

## 2nd International FINE!Dust-Free Congress in Klagenfurt on Lake Wörthersee

The big closing congress held at Klagenfurt's Concert House on 1 to 2 October 2009 was attended by more than 300 participants from 17 nations, from Canada and Spain to Sweden and Estonia. Twenty-three speakers reported on the various aspects of fine dust and 16 exhibitors presented their wide range of products. Moreover, congress participants had the opportunity of visiting the newly constructed trial wall in Viktring.



Abbildung 18: Exkursion zur Lärmschutzwand in Viktring  
Figure 18: Field trip to the noise-protection wall in Viktring



Abbildung 20: Abschlusskongress im Konzerthaus  
Figure 20: Closing Congress at the Concert House



## 2. Internationaler Feinstaubfrei-Kongress in Klagenfurt am Wörthersee

Bei der großen Abschlusskonferenz vom 01.-02.10.2009 im Konzerthaus in Klagenfurt am Wörthersee waren über 300 Teilnehmer aus 17 Nationen - von Kanada über Spanien bis Schweden und Estland - anwesend. Es wurde aus allen Feinstaub-Fachbereichen berichtet. Neben den 23 Referenten gab es auch noch 16 AusstellerInnen, welche die unterschiedlichsten Produkte präsentierten.

Weiters wurden Exkursionen direkt zur neu errichteten Versuchswand in Viktring mit den Kongress-Teilnehmern durchgeführt.

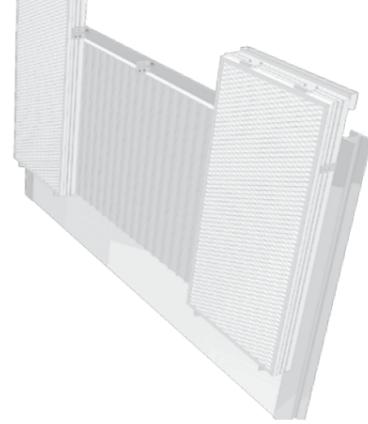


Abbildung 19: Abschlusskongress im Konzerthaus  
Figure 19: Closing Congress at the Concert House



Abbildung 21: Abschlusskongress im Konzerthaus, Podiumsdiskussion  
Figure 21: Closing Congress at the Concert House, panel discussion

# Resumee Résumé



Im Rahmen des Abschlusskongresses zum EU-LIFE-Projekt SPAS demonstriert Klagenfurt eine einzigartige Kombination von Lärmschutzwänden mit Feinstaubfiltern (Sound and Particle Absorbing System). Johannes Rodler von der Technischen Universität kann auf äußerst viel versprechende Messergebnisse mit Abscheidungen zwischen 50 bis 99% und einer Reduktion des Wiederaufwirbelungsanteils um ca. 15-31% verweisen. Davon überzeugten sich viele TeilnehmerInnen bei einer Exkursion zur europaweit ersten Lärmschutzwand mit Feinstaubfiltern. Der weltbekannte Wissenschaftler Douglas Dockery von der Harvard School of Public Health in Boston berichtete von Gesundheitsbeeinträchtigungen durch  $PM_{10}/PM_{2.5}$  in den USA und Europa. Dabei stützt er sich auf einzigartige Ergebnisse aus Langzeitstudien über 25 Jahre, die einen eindeutigen linearen Zusammenhang zwischen Feinstaubbelastung und Lebenserwartung zeigen. Seine Forschungsergebnisse bilden die Grundlage für globale Luftschadstoffstandards. Sowohl die Podiumsdiskussion als auch die Evaluierung der von den TeilnehmerInnen ausgefüllten Fragebögen zeigten jedoch, dass die derzeitigen rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen nicht ausreichend sind, um das Feinstaub-Problem langfristig zu lösen.

- Jede Verbesserung der Luftqualität resultiert nachweislich in einer höheren Lebenserwartung für die Bevölkerung, auch wenn Grenzwerte für Luftschadstoffe bereits eingehalten werden.
- Die hohe Hintergrundbelastung in Europa und der Beitrag des Hausbrandes sind noch nicht vollständig gelöst: Weitere wissenschaftliche Untersuchungen sind nötig.
- Viele Fallbeispiele in Europa beweisen, dass effektive Maßnahmen möglich sind und zu einer Reduktion der Feinstaubbelastung führen.
- Voraussetzung ist, dass Maßnahmen auch konsequent umgesetzt werden und
- nicht auf halbem Weg abgestoppt oder aus Kostengründen zurückgenommen werden.

Maßnahmen zur Luftreinhaltung müssen als Investition in die Zukunft gesehen werden, deren volkswirtschaftlicher Nutzen die Kosten der Maßnahmen bei weitem übersteigt.

*In the framework of the closing congress on the EU Life Project SPAS, Klagenfurt demonstrated a unique combination of noise-protection walls and fine-dust filters (Sound and Particle Absorbing System). Johannes Rodler from Graz University of Technology was able to report most promising test results revealing absorption efficiencies between 50% and 99% and a reduction of re-suspended particulates by approximately 15-31%. Many participants used the opportunity to see this for themselves by visiting Europe's first noise-protection wall with fine-dust filters. The world-famous scientist Douglas Dockery from the Harvard School of Public Health in Boston reported on the adverse health effects of  $PM_{10}/PM_{2.5}$  in the USA and Europe. His studies were based on long-term surveys over a period of 25 years, which clearly showed a linear relationship between fine-dust pollution and life expectancy. His research results serve as a basis for global air-pollutant standards. However, both the panel discussion and the evaluation of the questionnaires filled in by participants have shown that neither the current legal nor the political conditions are adequate to solve the problem of fine dust in a sustainable manner.*

- *There is proof that improving air quality increases the life expectancy of the population even if the limits for air pollutants are already met.*
- *The high background pollution in Europe and the contribution of domestic heating are still a matter of debate and require further scientific investigations.*
- *Many case reports in Europe have proven that effective measures are possible and lead to a reduction in fine-dust pollution*
- *provided that the measures are implemented consistently and*
- *are not stopped halfway or revoked for cost considerations.*

*Measures to keep the air clean must be regarded as an investment in the future, whose economic benefits exceed their costs by far.*

# Schlusswort Closing Words

## Closing Words and Acknowledgements

*The excellent cooperation of the international project team has shown that effective air pollution control measures can be implemented locally and that a fine-dust-free future need not remain a utopian ideal. I would like to sincerely thank all project partners and their co-workers, all colleagues, contractors, politicians, sponsors and the countless volunteers for their extraordinary commitment which has made it possible for SPAS to become a success.*

Wolfgang Hafner  
Project manager

## Schlusswort und Danksagung

Die hervorragende Zusammenarbeit im internationalen Arbeitsteam hat bewiesen, dass wirksame Maßnahmen zur Luftreinhaltung auf lokaler Ebene umsetzbar sind und eine feinstaubfreie Zukunft keine Utopie ist. Ich möchte mich bei allen Projektpartnern und deren Mitarbeitern, KollegInnen, Auftragnehmern, Politikern, Förderern und unzähligen freiwilligen Helfern herzlichst dafür bedanken, dass sie durch ihr außergewöhnliches Engagement das Gelingen von SPAS ermöglicht haben.

Wolfgang Hafner  
Projektleiter

# Projektdaten Project Data



## EU-LIFE-Umwelt-Projekt SPAS

Magistrat der Landeshauptstadt Klagenfurt  
am Wörthersee  
**Projektdauer:** 01.10.2006 – 31.12.2009  
**Projektbudget:** € 2.484.067,--  
**Beitrag der EU:** € 1.204.533,--  
**www.life-spas.at**

## Projektpartner

### Magistrat der Landeshauptstadt Klagenfurt am Wörthersee, Abt. Umweltschutz

Dr. Wolfgang Hafner  
Magistrat der Landeshauptstadt Klagenfurt am Wörthersee, Bahnhofstr. 35/II, 9020 Klagenfurt am Wörthersee, Österreich  
Tel.: +43 463 537-4885, Fax: +43 463 51 16 94  
wolfgang.hafner@klagenfurt.at  
Mag. Sandra Habib  
Tel.: +43 463 537-4146, Fax: +43 463 51 16 94  
sandra.habib@klagenfurt.at  
www.klagenfurt.at

### Amt der Kärntner Landesregierung

Abt 7 – Wirtschaftsrecht und Infrastruktur  
A07 Umweltschutz an Verkehrswegen  
DI Dr. Helmut Hadolt  
Mießtaler Straße 1, 9021 Klagenfurt am Wörthersee, Österreich  
Tel.: +43 664 80536 30766, Fax: +43 50 536 30770  
helmut.hadolt@ktn.gv.at  
www.ktn.gv.at

### Technische Universität Graz

Dr. Johannes Rodler  
Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik  
Inffeldgasse 21a 8010 Graz, Österreich  
Tel.: +43 316 873 7585, Fax: +43 316 873 8080  
rodler@vkmb.tugraz.at  
DI Mathias Henn  
Tel.: +43 316 873 4784, Fax: +43 316 873 8080  
henn@vkmb.tugraz.at

## EU LIFE-Environment Project SPAS

Magistrat der Landeshauptstadt Klagenfurt  
am Wörthersee  
**Project duration:** 01 Oct. 2006 – 31 Dec. 2009  
**Project budget:** €2,484,067.--  
**EU funding:** € 1,204,533.--  
**www.life-spas.at**

## Project Partners

### Magistrat der Landeshauptstadt Klagenfurt am Wörthersee, Abt. Umweltschutz

Dr. Wolfgang Hafner  
Magistrat der Landeshauptstadt Klagenfurt am Wörthersee, Bahnhofstr. 35/II, 9020 Klagenfurt am Wörthersee, Austria  
tel.: +43 463 537-4885, fax: +43 463 51 16 94  
wolfgang.hafner@klagenfurt.at  
Mag. Sandra Habib  
tel.: +43 463 537-4146, fax: +43 463 51 16 94  
sandra.habib@klagenfurt.at  
www.klagenfurt.at

### Amt der Kärntner Landesregierung

Abt 7 – Wirtschaftsrecht und Infrastruktur  
A07 Umweltschutz an Verkehrswegen  
DI Dr. Helmut Hadolt  
Mießtaler Straße 1, 9021 Klagenfurt am Wörthersee, Austria  
tel.: +43 664 80536 30766, fax: +43 50 536 30770  
helmut.hadolt@ktn.gv.at  
www.ktn.gv.at

### Technische Universität Graz

Dr. Johannes Rodler  
Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik  
Inffeldgasse 21a 8010 Graz, Austria  
tel.: +43 316 873 7585, fax: +43 316 873 8080  
rodler@vkmb.tugraz.at  
DI Mathias Henn  
tel.: +43 316 873 4784, fax: +43 316 873 8080  
henn@vkmb.tugraz.at

## Kompetenzzentrum - Das Virtuelle Fahrzeug Forschungsgesellschaft mbH (ViF)

Christoph Scharl  
Inffeldgasse 21/A/I, 8010 Graz, Austria  
tel.: +43 316 873 9043, fax: +43 316 873 9002  
christoph.scharl@v2c2.at  
www.v2c2.at

## Betonwerk Rieder GmbH

Ing. Christian Trauner  
Mühlenweg 22, 5751 Maishofen, Austria  
tel.: +43 6542 690 230  
fax: +43 6542 690 90230  
christian.trauner@rieder.at  
www.rieder.at

## Knauf Insulation GmbH

Markus Mente  
Ferndorf 29, 9702 Ferndorf, Austria  
tel.: +43 4245 2001 3317, fax: +43 4245 2001 3398  
Markus.Mente@knaufinsulation.com  
www.knaufinsulation.com

## C.B.S. Click-BauSysteme GmbH

Martin Make  
Lastenstraße 7, 9560 Feldkirchen, Austria  
tel.: +43 650 451 00 59  
c\_b\_s@gmx.at

## Production of the fine-dust filter baskets

## Forster Metallbau Gesellschaft m.b.H.

Ing. Leopold Dietl  
Weyrer Straße 135, A-3340 Waidhofen/Ybbs  
l.dietl@forster.at  
www.forster.at

## Legal notice

© Responsible for the content:  
Dr. Wolfgang Hafner, Bahnhofstraße 35,  
9020 Klagenfurt am Wörthersee, Austria  
tel.: +43 (0)463 537-4885,  
wolfgang.hafner@klagenfurt.at  
Klagenfurt am Wörthersee, März 2010  
Design: bos.s grafik  
Print: Kärntner Druckerei  
printed on 100% recycling paper

## Kompetenzzentrum - Das Virtuelle Fahrzeug Forschungsgesellschaft mbH (ViF)

Christoph Scharl  
Inffeldgasse 21/A/I, 8010 Graz, Österreich  
Tel.: +43 316 873 9043, Fax: +43 316 873 9002  
christoph.scharl@v2c2.at  
www.v2c2.at

## Betonwerk Rieder GmbH

Ing. Christian Trauner  
Mühlenweg 22, 5751 Maishofen, Österreich  
Tel.: +43 6542 690 230  
Fax: +43 6542 690 90230  
christian.trauner@rieder.at  
www.rieder.at

## Knauf Insulation GmbH

Markus Mente  
Ferndorf 29, 9702 Ferndorf, Österreich  
Tel.: +43 4245 2001 3317, Fax: +43 4245 2001 3398  
Markus.Mente@knaufinsulation.com  
www.knaufinsulation.com

## C.B.S. Click-BauSysteme GmbH,

Martin Make  
Lastenstraße 7, 9560 Feldkirchen, Österreich  
Tel.: +43 650 451 00 59  
c\_b\_s@gmx.at

## Produktion der Feinstaubfilterkörbe

## Forster Metallbau Gesellschaft m.b.H.

Ing. Leopold Dietl  
Weyrer Straße 135, A-3340 Waidhofen/Ybbs  
l.dietl@forster.at  
www.forster.at

## Impressum

© Für den Inhalt verantwortlich:  
Dr. Wolfgang Hafner, Bahnhofstraße 35,  
9020 Klagenfurt am Wörthersee, Österreich  
Tel.: +43 (0)463 537-4885,  
wolfgang.hafner@klagenfurt.at  
Klagenfurt am Wörthersee, März 2010  
Design: bos.s grafik  
Druck Kärntner Druckerei  
gedruckt auf 100% Recycling-Papier

[www.life-spas.at](http://www.life-spas.at)

