

# Absorption et fixation dans la laine de polluants de l'air des locaux à l'exemple du formaldéhyde

[Gabriele Wortmann\\*](#), Gerd Zwiener\*\*, Robert Sweredjuk\*\*\*, Fritz Doppelmayer\*\*\*, [Franz-Josef Wortmann\\*](#)

\*DWI, Aachen, \*\* ECO-Umweltinstitut GmbH, Köln, \*\*\* Fritz Doppelmayer GmbH, Kempten

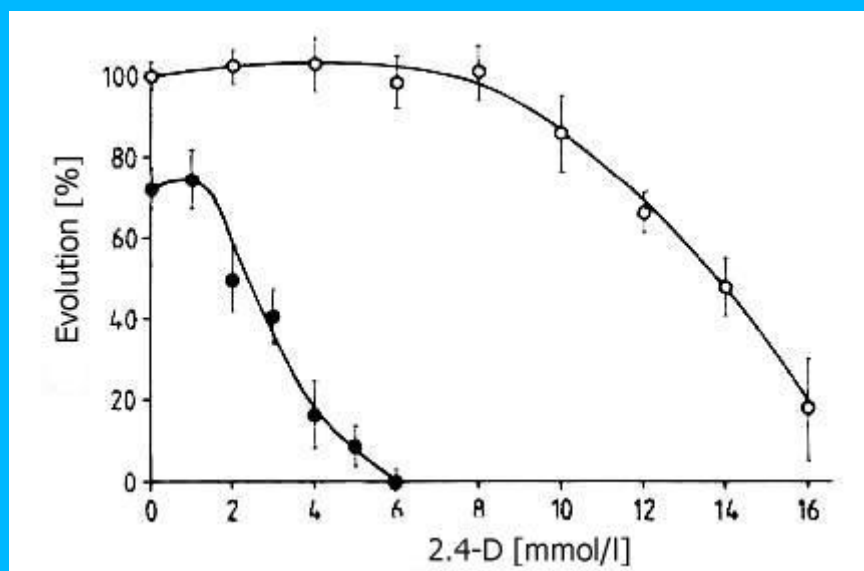
## Introduction

Tandis qu'il existe des directives concernant la qualité de l'air extérieur depuis de nombreuses d'années, il n'y a que très peu d'approches pour l'évaluation de l'air des locaux (s.Tab.1), bien que l'homme passe jusqu'à 90% de son temps dans en intérieur . Les problèmes de la pollution atmosphérique dans les intérieurs n'ont été reconnus jusqu'ici qu'insuffisamment en ce qui concerne son implication sur la santé. Depuis plusieurs années, on établit de plus en plus de corrélations entre des pathologies et les conditions d'intérieur (p. ex. "sick building syndrom"). Des atteintes et dommages réversibles mais également irréversibles de la santé peuvent apparaître comme des conséquence d'environnements nocifs.

Par le passé, on plaçait au premier plan les effets aigus. Aujourd'hui, les affections chroniques sont prépondérantes , ainsi que des effets combinés des mélanges de polluants à faible dose, dont les implications sur la santé sont plus difficiles à apprécier et à évaluer que les effets directs (voir fig.1).

L'application de la laine de mouton en tant qu'absorbant actif des polluants de l'air constitue une solution pour l'amélioration sanitaire des locaux.

On présente ici les perspectives qu'offre la laine de mouton dans ce domaine au travers de l'exemple des formaldéhydes, lors d'expérimentation et également dans des situations pratiques.



**Fig.1** : effet toxique des acides 2,4-phénoliques sur la croissance de tissu humain sans (- o -) et/ou avec un mélange de 4-Chloranilin, Dicofol et 4-Chlorphenol (o -). Les concentrations de 4-Dichloranailin, Dicofol et 4-Chlorphenol correspondent chacun à 1/3 de leur valeur NOEC (No Observed Effect Concentration). [ Jacobi, Witte en 1995 ]

**Tableau 1:** effets sur la santé de composés décelable dans des locaux

### Composés décelables dans des locaux avec effet présentant un caractère réversible

- **irritation:**  
Formaldéhyde, Fumées passives  
composés organiques volatiles (VOC):
  - Alkane: Xylol, toluol
  - Ether, esters, Ketone
  - Terpene, NOx
- **odorant:**  
styrène  
Chlornaphatalin  
Xylol

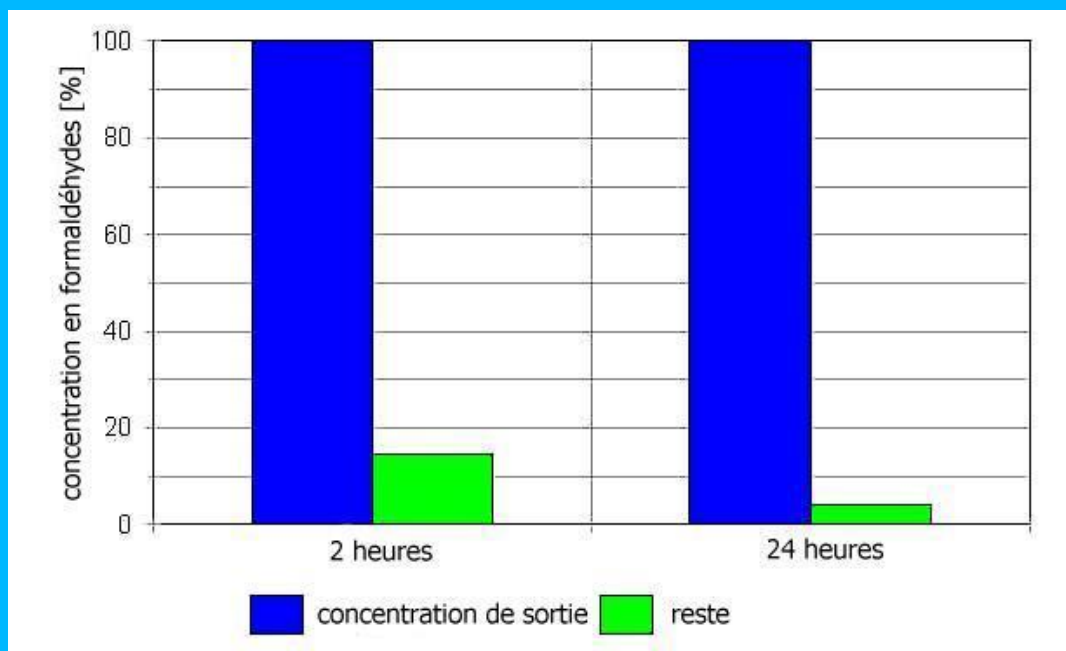
### Composés décelables dans des locaux avec effet présentant un caractère irréversible

- **sensibilisant**  
Aldehyde: Formaldehyd Ester: Acrylester  
Terpene, isocyanates
- **fruchtschaedigend**  
Glycolether, monoxyde de carbone  
PCB, toluol, chloroforme
- **cancérigènes**  
Amiante  
Fibres synthétiques minérales  
spéciales  
Fumées passives Benzo (a)pyren  
Pentachlorphenol, radon
- **cancérigènes (soupçonnés)**  
Dichlormethane, formaldéhyde  
fibres synthétiques minérales spéciales  
tétrachlorure de vinyle (PER), PCB

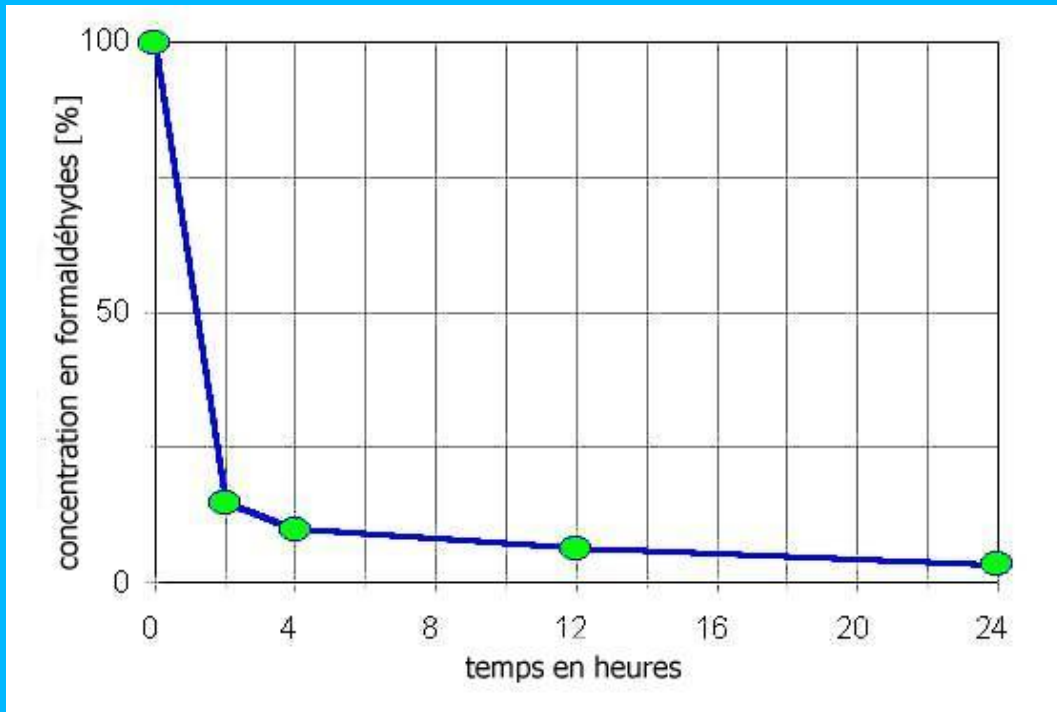
## Expérimentation en laboratoire et en situation

Pour simuler les comportements dans des conditions d'assainissement de locaux contaminés aux formaldéhydes, on a tout d'abord procédé à différentes expérimentations en laboratoire (chambre d'expérimentation: 250 l volume; échantillon de laine 25 x 25 x 2 cm, pH 6.6, humidité 11%; Conditions climatiques: Taux de renouvellement de l'air: 0 h-1, température: 23 °C, Humide relative: 45%) afin d'évaluer dans quelle mesure la laine de mouton convient à la réduction de la charge de formaldéhyde de l'air

Dans une chambre d'expérimentation contaminée à 300 ppm, les formaldéhydes sont absorbés en 24 Heures à 96.7 % & plusmn; 0.6 %. On observe déjà une réduction de 80 à 88 % au bout de 2 h (voir un Fig. 2) Toutes les expériences présentent une allure de courbe asymptotique vers zéro (l'exemple voir des fig. 3).



**Fig. 2:** absorption des formaldéhydes après 2 et après 24 h avec une concentration initiale de 300 ppm formaldéhydes valeurs moyennes).

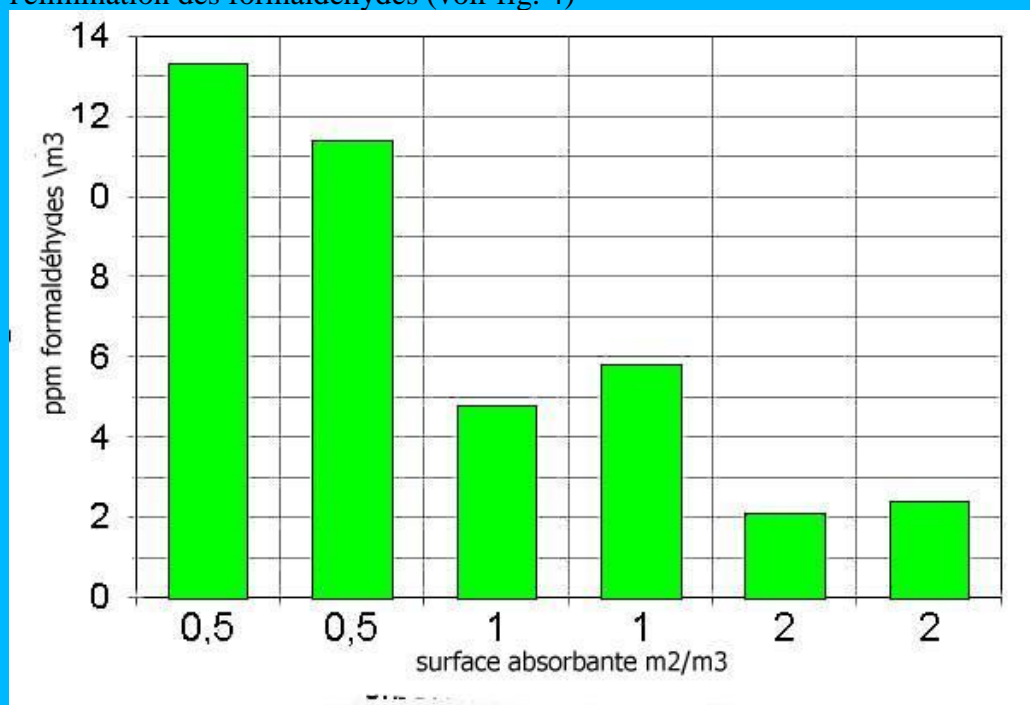


**Fig. 3:** absorption des Formaldehydes après 2, 4, 12 et 24 h avec une concentration de 300 ppm formaldéhydes.

Pour l'assainissement de bâtiments contaminés aux formaldéhydes, l'utilisation des panneaux de fibres de plâtre recouverts sur une face de laine de mouton aiguilleté est concevable. Pour simuler cela, une chambre d'essai est séparée en deux volumes identiques par un nappé de laine tendue dans un cadre. L'un des volumes étant contaminé à 10 ppm de formaldéhyde, on détermine après 24 h la concentration de formaldéhyde dans le volume séparé par la toison de laine. Les valeurs mesurées (4 séries expérimentales de chacune 6 mesures) se sont situées entre  $0,02 < \text{ppm}$  et  $0,07 \text{ ppm}$ .

Parmi les matériaux de construction on trouve de nombreux panneaux agglomérés responsables de dégagement de formaldéhyde. Les parois de enceinte peuvent être entièrement doublées en cas d'assainissement avec des panneaux de fibres en plâtre recouverts. Pour simuler ce concept, les côtés de la chambre d'expérimentation ont été revêtus avec de la laine de mouton et la concentration de formaldéhyde établie à 300 ppm. Après 24 h, les mesures de concentration de formaldéhyde dans la chambre d'essai se situaient entre 0,23 et 0,7 ppm, ce qui correspond à une élimination de formaldéhyde moyenne de 99,8 % ( $\pm 0,05$ ,  $n=5$ ).

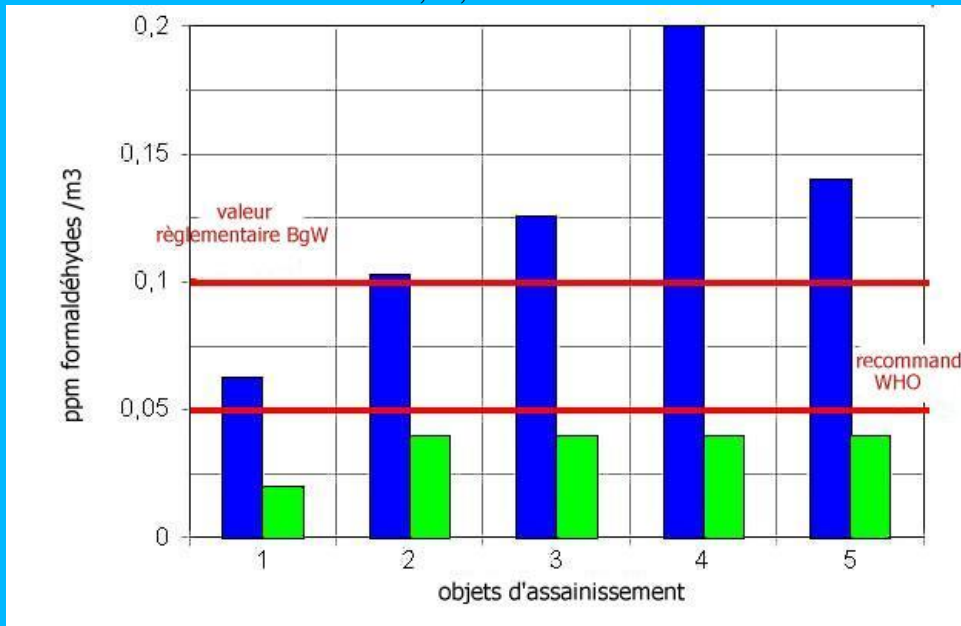
Dans une autre série d'essais, on a étudié l'incidence des dimensions de la surface de l'absorbeur sur l'élimination des formaldéhydes (voir fig. 4)



**Fig. 4 :** Elimination des formaldéhydes en fonction de la surface de l'absorbant

Suite aux essais, la laine a été soumise à plusieurs essais pratiques dans les logements et les bâtiments communaux. Du fait des techniques de réalisation employées, il s'agissait principalement de bâtiments dont les émanations de formaldéhyde sont représentatives des constructions courantes.

Les tentatives pratiques ont montré que par l'installation de la laine, la concentration de formaldéhyde d'environ 0,06 à 0,2 ppm pouvait être abaissée à moins de 0,05, donc à moins de la moitié de la valeur indicative bgVV,

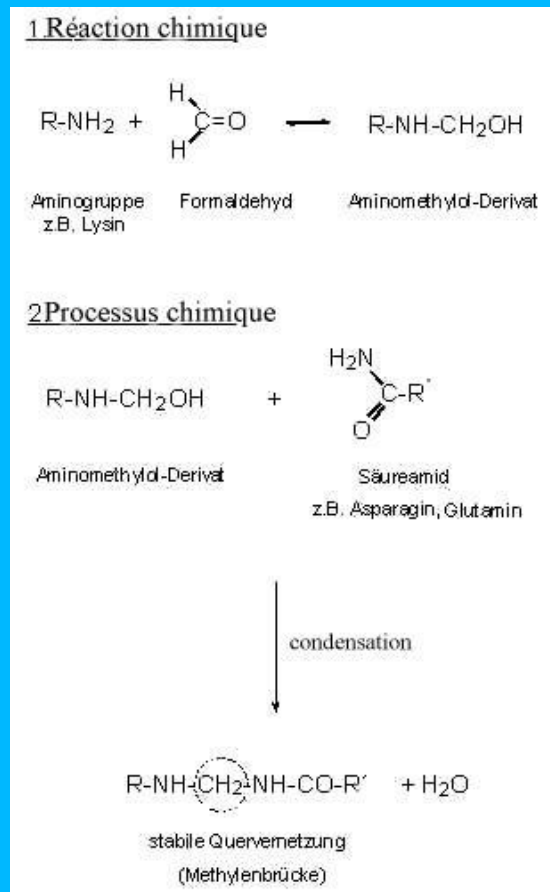


(voir un Abb. 5).

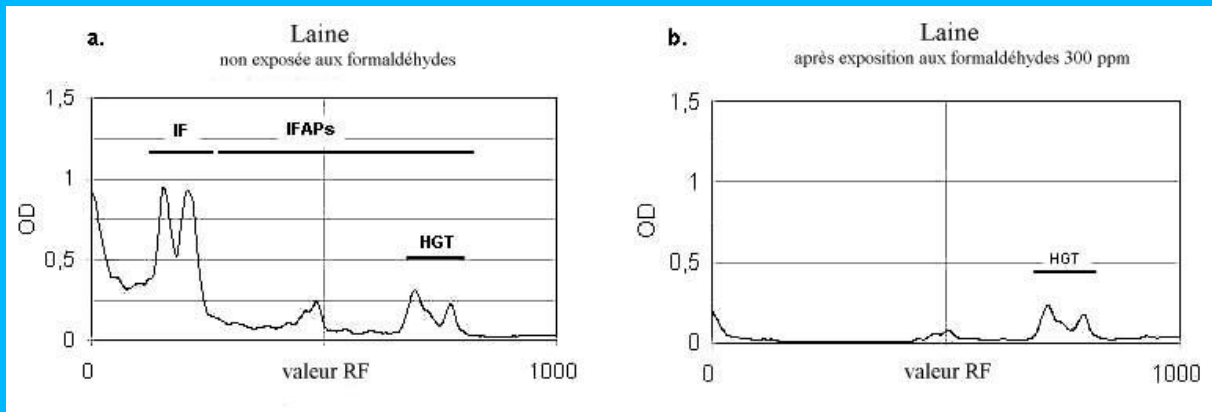
**Fig.5 :** suppression de formaldéhyde dans l'air d'intérieur de différents bâtiments bleu: avant assainissement; vert: après assainissement Analytique de laine

Les formaldéhydes se répandent sur la surface de laine à l'intérieur de fibre. Les molécules répandues peuvent réagir chimiquement avec beaucoup de chaînes de côté, en particulier avec les radicaux des acides aminés Lysin, amine de lueur, Asparagin, histidine, Arginin, Tyrosin, Tryptophan, Cystin et Cystein. Dans

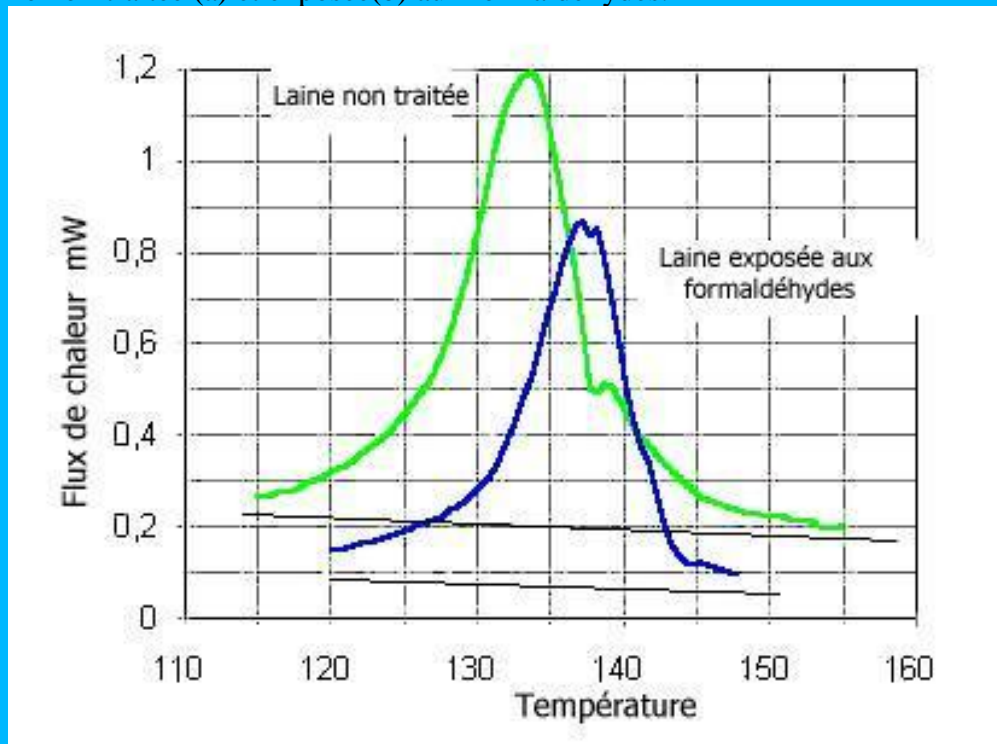
Dans la fibre de laine, les molécules de formaldéhyde répandues réagissent d'abord dans les Mikrofibrillenproteinen glutaminreichen et lysin (IF) et ensuite avec les restes d'acide aminé de la matrice schwefelreichen (IFAPs), dans laquelle les IF sont encastrés.



Lors de la séparation électrophorétique des protéines de la laine, les protéines sont d'abord extraites de la fibre puis séparées dans le champ électrique par poids moléculaire par exemple. Des groupes de protéines liées par le formaldéhyde ne peuvent plus ou seulement partiellement être séparées de la fibre. Dans l'illustration 7, on confronte les résultats du fractionnement électrophorétique des protéines laine non-traitée et laine contaminée aux formaldéhydes. Après absorption de formaldéhyde, les groupes de protéines manquante en IF de l'échantillon électrophorétique de la laine, ce qui reflète la liaison favorite de cette composante de la laine.



**Fig.6 :** mesure densitométrique de la séparation électrophorétique (de SDS-PAGE) des protéines extraites de laine non-traitée (a) et exposée(b) aux formaldéhydes.



**Fig.7 :** comportement de fusion des IF (HPDSC)

L'analyse celle-ci formaldehydexponiert en la laine au moyen de HPDSC (High Pressure différentiel Scanning Calorimetry) montrent dans la comparaison à la laine non-traitée une hausse de la température de fusion des IF comme conséquence de la mise en réseau des régions mikrofibrillaeren de la laine (voir fig.7).

## résumé et observations

les résultats des tentatives pratiques et de laboratoire montrent que la laine constitue un absorbant efficace pour l'élimination des formaldéhydes de l'air. Une étude bibliographique approfondie et des évaluations empiriques laissent à penser que la laine offre d'autres possibilités d'application à l'assainissement de l'air des locaux.

**zum Patent angemeldet: EP 0652318; PCT/EP 98/01691**

[go to DWI - Homepage](#)