

# Feinstaub als Wegbereiter und Förderer von Respirationsallergien

von Brunello Wüthrich und Regula Patscheider

**Die erhöhte Feinstaubbelastung ist ein umweltmedizinisches Problem, das die gesamte Bevölkerung betrifft. Besonders belastet sind Pollenallergiker, da der Feinstaub Pollen verändert und deren allergene Potenz steigert. Bei Asthmatikern verschlimmern sich die Beschwerden dadurch massiv. Der Feinstaub beeinträchtigt aber auch Nicht-Allergiker, insbesondere Patienten mit chronischen Atemwegsinfektionen. Kleinstpartikel können via Lunge in den Kreislauf übertreten und Herz-Kreislauf-Störungen sowie kardiale Ereignisse auslösen. Zur politischen Umsetzung grundlegender Luftverbesserungsmassnahmen besteht dringender Handlungsbedarf.**

In den vergangenen 20 Jahren ist das Krankheitsbild der Allergie zusehends komplexer geworden. Ärzte werden immer häufiger mit polymorbiden Allergikern konfrontiert, die an Pollenallergie, Asthma bronchiale, Neurodermitis und Nahrungsmittelallergien leiden.

In den industrialisierten Ländern einschliesslich der neuen deutschen Bundesländer ist weltweit eine Zunahme der Pollenallergien zu verzeichnen, die in Korrelation mit der globalen Klimaerwärmung infolge von Treibhauseffekt und CO<sub>2</sub>-Emissionen steht (1, 2). Seit den 1970er Jahren gab es keine extrem kalten Winter mehr. Durch die höheren Temperaturen begannen die Pflanzen immer früher zu blühen, und die Pollensaison verlängerte sich, sodass die Pollenmengen um das Doppelte bis Vierfache zugenommen haben (siehe *Tabelle 1*). Ein weiterer Faktor für die erhöhte Pollinosisprävalenz ist die Ausbreitung neuer Pollenarten, wie zum Beispiel der hochallergenen Ambrosiapflanze.

Immer deutlicher erweist sich die *zunehmende Schadstoffbelastung der Luft*, insbesondere durch Feinstaubpartikel, als ein Hauptfaktor für die Zunahme allergischer und nichtallergischer Atemwegserkrankungen.

Smogkatastrophen wie 1952 in London mit 4000 Todesopfern oder später in Tokio und Barcelona zeigen eindrücklich den direkten Zusammenhang zwischen der Schadstoffkonzentration und der Häufigkeit sowie dem Schweregrad von Asthmaanfällen. Bei Pollenallergikern verstärken die Luftschadstoffe die Rhinokonjunktivitisymptome (4) und führen bei Kindern zu Atemwegserkrankungen (5).

## **Luftverschmutzung des «modernen» Typs I in Westeuropa**

Epidemiologische Studien, welche die west- und die ost-

Tabelle 1:

**Blühverhalten und Pollenmengen im Vergleich zu Klimadaten in Basel nach Th. Frei (3)**

Meteoparameter	Linearer Trend für 1969	Linearer Trend für 1995
Lufttemperatur	8,9 °C	10,7 °C
Pollenart	Linearer Trend des Blühtermins 1969	Linearer Trend des Blühtermins 1995
Hasel	19. März	7. Februar
Birke	16. April	8. April
Pollenart	Linearer Trend der Jahrespollenmenge/m <sup>3</sup> 1969	Linearer Trend der Jahrespollenmenge/m <sup>3</sup> 1995
Hasel	400	1600 (= 4 x)
Birke	3800	7800 (= 2 x)
Gräser	4100	10 100 (= 2,5 x)

europäische Bevölkerung miteinander verglichen, haben im Westen eine markant höhere Prävalenz atopischer Atemwegserkrankungen festgestellt. Diese Differenz wurde auf die unterschiedliche Art von Luftverschmutzung zurückgeführt: Im Osten herrscht der «klassische» Typ I, der durch hohe Anteile von Schwefeldioxid und Staub charakterisiert ist, während der «moderne» Typ II im Westen durch organische Verbindungen, Stickoxide (NO<sub>x</sub>), Feinstaubpartikel, Ozon (O<sub>3</sub>), Dieselauspuffpartikel und Tabakrauch geprägt ist. Der Typ II wurde mit einer höheren Prävalenz der IgE-vermittelten Allergien in Verbindung gebracht. (7) Pollenproben aus dem westlichem Industriegebiet Deutschlands, mit hohem Anteil an polyaromatischen Kohlenwasserstoffen, zeigten im Gegensatz zu Proben aus dem östlichen Industriegebiet eine Anhäufung von Luftschadstoffpartikeln an den Pollenkörnern. Versuche mit schadstoffbehafteten Graspollenallergenen erhärteten das Konzept einer komplexen Interaktion zwischen Pollen und Luftschadstoffen in der Atmosphäre, also ausserhalb des Organismus, die sich wiederum auf die Allergie-relevanten Phänomene auswirkt (6–8).

**Städter sind allergiegefährdeter**

Manche Pflanzen, zum Beispiel Birken und Gräser, scheinen in Gebieten mit hoher Industrie- und Autoabgasbelastung Pollen mit mehr allergenen Inhaltsstoffen zu produzieren als dieselben Arten in Reinluftgebieten. Studienergebnisse zeigten, dass Städter, die dem gefährlichen Mix aus Stickoxiden und Ozon am meisten ausgesetzt sind, häufiger unter allergischem Schnupfen und Asthma bronchiale leiden als die Landbevölkerung. Dabei erhöht sich das Allergierisiko, je stärker die Verkehrsbelastung ist.

**Zunahme der Respirations-allergien: Luftschadstoffe als Kofaktoren**

Die Luftschadstoffe wirken sich auf die Pflanzen, die Pollen und den Menschen aus (siehe Abbildung 1). Bedingt durch den Umweltstress der Luftschadstoffbelastung, verändern die Pflanzen ihr Proteinspektrum (9). Es kommt zur Bildung und Freisetzung von allergenen Stressproteinen (Betv1, Wundheilungs- und Regenerationsproteinen) (10).

Des Weiteren bewirken Luftschadstoffe eine Fraktionierung von Pollen. Allergene konnten auch in Grössenklassen, in denen keine intakten Pollen vorkommen, nachgewiesen werden (11). In einem Vergleich lufthygienisch unterschiedlich belasteter Gebiete in Zürich konnten diese Fakten bestätigt werden: Die Pollen der schadstoffbelasteten Gebiete waren stärker fraktioniert. In submikronischen Partikeln konnten Allergene nachgewiesen werden, die auch in die Alveolen eindringen. An den untersuchten Pollen dieser Gebiete waren Partikel angelagert, welche die Oberflächeneigenschaften beeinflussen (12). Die Oberfläche der Pollen wird so beeinflusst, dass vermehrt Allergene freigesetzt werden (siehe Abbildung 2).

Durch die Interaktion von Pollen mit Aerosolen, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> und CO (Nitrierung) werden vermehrt veränderte Proteine freigesetzt, die das Immunsystem stimulieren und somit Allergien auslösen (14, 15). Weitere Arbeiten zeigen auf, dass das Zusammenwirken von Pollen, Ozon und Feinstaub die respiratorischen Schleimhäute schädigt und damit das Auftreten allergischer Respirationskrankheiten begünstigt (16, 17).

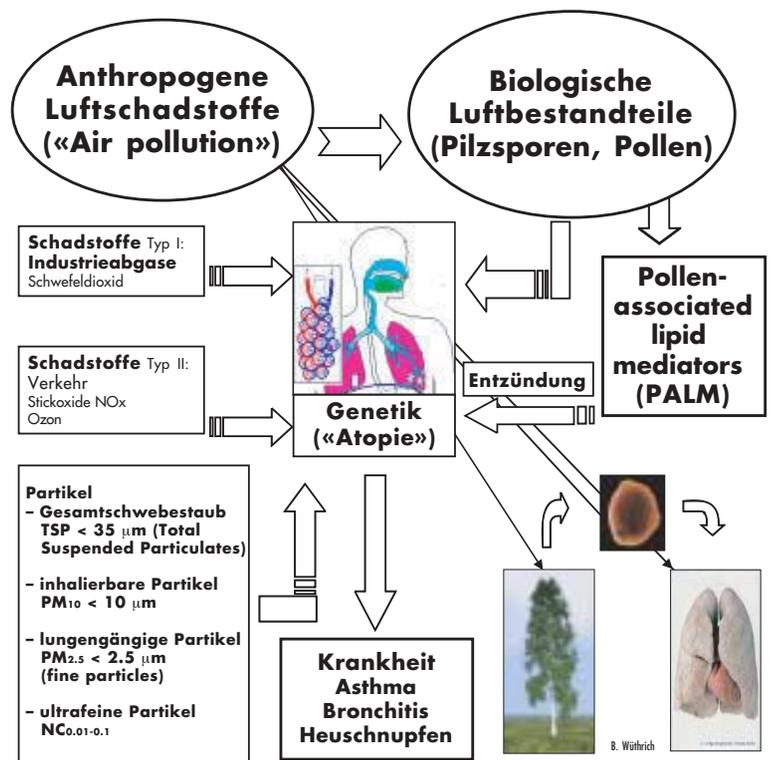


Abbildung 1: Einfluss der Luftschadstoffe auf Pflanzen, Pollen und Menschen

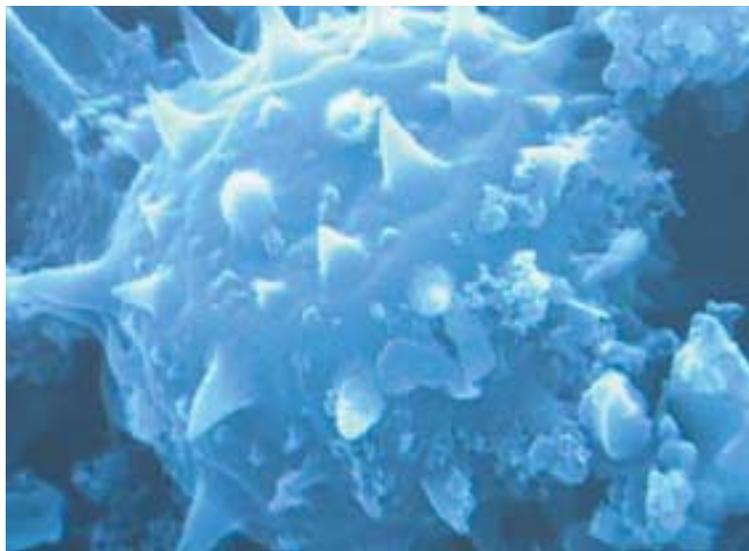


Abbildung 2: Vermehrte Allergenfreisetzung durch die von Luftschadstoffen veränderte Oberflächenstruktur der Pollen

### Feinstaubpartikel als Allergieförderer

Eine besondere Belastung stellen die Feinstaubpartikel ( $PM_{10} < 10 \mu m$ ) in der Luft dar. Durch die Anbindung der Feinstaubpartikel an die Pollenoberfläche findet in den Pollen eine erhöhte Produktion von pollenassoziierten Lipidmediatoren (PALM) statt. PALM sind hochaktive proinflammatorisch wirkende Substanzen, die Leukotrien-artige Effekte aufweisen. In den Respirationsschleimhäuten aktivieren sie über Chemotaxis Entzündungszellen (neutrophile und eosinophile Granulozyten) und somit eine weitere Freisetzung von allergieerzeugenden Botenstoffen. PALM können Antigen-präsentierende, dendritische Zellen in den Schleimhäuten und der Haut aktivieren. Dadurch verschiebt sich die Immunantwort in Richtung TH2-Helferzellen, was die Produktion von IgE-Antikörpern und Eosinophilen erhöht und somit die allergische Reaktion verstärkt (18, 19). Birken- und Gräserpollen zum Beispiel haben eine sehr hohe allergene Potenz, da sie viel PALM freisetzen.

Bei den Asthmatikern – in der Schweiz betrifft dies 7 bis 9 Prozent – werden die Beschwerden durch den Feinstaub massiv verschlimmert.

### Feinstaub belastet Gesamtbevölkerung

Die Feinstaubbelastung bereitet jedoch nicht nur Allergikern, sondern auch der breiten Bevölkerung Probleme. Partikel unter  $10 \mu m$  Durchmesser können sich in der Luftröhre und in den Bronchien ablagern und dort entzündliche Reaktionen wie Bronchitis hervorrufen und auch bei Gesunden zu einer bronchialen Hyperreagibilität führen.

Partikel unter  $2 \mu m$  gelangen noch tiefer in die Lunge und können von hier sogar in den Kreislauf übertreten und Herz-Kreislauf-Störungen sowie kardiale Ereignisse auslösen. Es zeigte sich überdies, dass die Sterblichkeitsrate um 2 Prozent anstieg, wenn die Feinstaubbelastung um 10 bis  $50 \mu m^3$  anstieg.

Im Vergleich zu den gasförmigen Luftschadstoffen sind die Feinstaubpartikel zehnfach stärker an den durch die Luftverschmutzung entstandenen Krankheitsfolgen und -kosten beteiligt.

### Erhebliche Partikelbelastung durch Dieselmotoren-Emissionen

Die Emissionen von Dieselmotoren verursachen einen erheblichen Anteil der urbanen Partikelbelastung. Dieselmotorspartikel, Verbrennungsprodukte des Strassenverkehrs, bestehen aus Kohlenstoffpartikeln, welche von verschiedenen organischen Verbindungen wie beispielsweise polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen umgeben sind. Über diese binden die Dieselmotorspartikel an die Oberfläche von Pollen an. Elektronenmikroskopische Bilder von Pollen zeigen, dass die Pollenoberflächen heutzutage fast vollständig von Feinstaub bedeckt sind (siehe Abbildung 3).

Bei Atopikern erhöhen die Dieselpartikel nicht nur die Sensibilisierungshäufigkeit, indem spezifische IgE-Antikörper früher auftreten, sondern auch die Sensibilisierungsintensität, indem die erhöhten spezifischen IgE-Spiegel persistieren. (20–22)

### Allgemeine Dieselfilter-Vorschrift dringend notwendig

Das Herausfiltern von Dieselpartikeln aus dem Abgasstrom bedeutet gegenwärtig eine grosse Herausforderung für die Automobilindustrie und ihre Zulieferer. Sie alle sind aufgerufen, eine effektive Lösung für die Dieselpartikel-Filtration zu entwickeln, sodass auch Nanopartikel zurückgehalten und die Filter auf einfache Art regeneriert werden können. Im Vergleich zu Benzinmotoren emittieren Dieselmotoren zwar weniger CO, jedoch höhere Konzentrationen an Stickoxiden. 80 Prozent der Dieselpartikel sind kleiner als  $0,1 \mu m$ . Katalysatoren adsorbieren nur grössere Partikel.

### Massnahmen zur Luftverbesserung

Falls keine grundlegenden Massnahmen zur Luftverbesserung ergriffen werden, bleiben die auch in der Schweiz bei gewissen Wetterlagen derzeit üblichen gesundheitsschädigenden Grenzwertüberschreitungen bei Ozon, Feinstaub und Stickoxiden gemäss Bundesamt für Umwelt

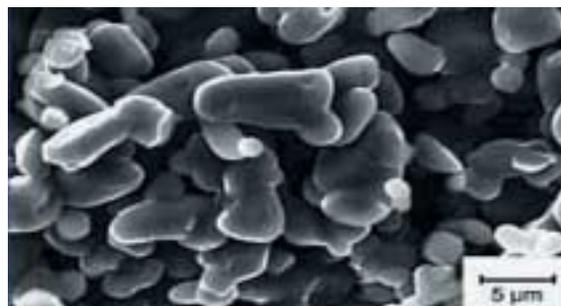


Abbildung 3: Feinstaubpartikel unter dem Elektronenmikroskop

Tabelle 2:

## Dreistufiges Notfallkonzept gegen Feinstaub-Spitzenbelastungen

<b>Informationsstufe</b>	Grenzwert 50 µg/m <sup>3</sup> um 50% überschritten, Wetterprognose für 3 weitere Tage unverändert: – Die Bevölkerung wird über die gesundheitsgefährdende Luftbelastung informiert und zu freiwilligen Massnahmen aufgerufen
<b>Interventionsstufe 1</b>	Doppelter Grenzwert ist erreicht, Wetterprognose für 3 weitere Tage unverändert: – auf Autobahnen generell Tempo 80 und Überholverbot für Lastwagen – Zweitheizungen (Cheminées) einstellen – Feuer im Freien verboten
<b>Interventionsstufe 2</b>	Dreifacher Grenzwert ist erreicht, Wetterprognose für 3 weitere Tage unverändert: – wie zweite Stufe – zusätzlich Verbot für dieselbetriebene Maschinen (auch Baumaschinen) und Fahrzeuge ohne Partikelfilter

in den nächsten 15 Jahren weiterhin eher die Regel. Gestützt auf die Europäische Menschenrechtskonvention (EMRK) kann man das Nichteinhalten des Luftreinhaltegesetzes als Verletzung des Rechts auf körperliche Unversehrtheit betrachten. Als Unterzeichnerstaat der Konvention wäre die Schweiz auch im Falle der Luftschadstoffe verpflichtet, Bürgerinnen und Bürger vor Beeinträchtigungen durch Drittverursacher zu schützen.

Folgende Massnahmen harren der politischen Umsetzung:

- wirksamer Klimaschutz (CO<sub>2</sub>-Abgabe)
- Verbesserung der Luftqualität
- Einschränkung von Verbrennungsprozessen
- Minderung der Verkehrsemissionen
- Ausstieg aus der Müllverbrennung
- Einstieg in die Kreislaufwirtschaft
- Verzicht auf Dieselmotoren.

Am 21. Juni 2006 veranstaltete Greenpeace zusammen mit betroffenen Patienten eine Medienkonferenz, mit der Absicht, von den zuständigen Behörden, wenn nötig mit juristischen Eingaben, die Einhaltung des Luftreinhaltegesetzes zu fordern und mittelfristig Luftverbesserungsmassnahmen, insbesondere in Ballungsgebieten, zu verlangen (<http://info.greenpeace.ch/de/klima/pressereleases/pr210606rechtaufguteluft>).

In der Herbstsession haben sich die kantonalen Umweldirektoren auf ein dreistufiges *Notkonzept für hohe Feinstaubbelastungen* geeinigt (siehe Tabelle 2). Damit sollen sich die Kantone künftig in fünf Regionen absprechen und die Umweldirektoren direkt handeln können. Im letzten Winter wurde die Limite für die Informationsstufe zweimal für mehrere Tage erreicht. Die Bedingungen für die zweite Stufe waren in der Region Zürich nur einmal während fünf Tagen erfüllt. Die Limite für die dritte Stufe wurde nur an wenigen Messstationen an einem einzigen Tag erreicht, sodass die strengste Stufe trotz Feinstaub-Rekordwinter nie zum Tragen gekommen wäre.

Die Hauptanstrengungen sollten sich auf die dauerhafte Reduktion der Luftschadstoffe richten. Gefordert ist auch der Bundesrat, der den Entscheid für ein faktisches Partikelfilter-Obligatorium für Dieselaautos und Traktoren im Juni vertagt hat, um das Einverständnis der EU und der WTO (Welthandelsorganisation) einzuholen. ●

Korrespondenzadresse:

**Prof. Dr. med. Brunello Wüthrich**

Facharzt FMH für Allergologie und Dermatologie  
Spital Zollikerberg  
Trichtenhäuserstrasse 20, 8125 Zollikerberg  
E-Mail: bs.wuethrich@bluewin.ch

**Interessenkonflikte: keine**

Literatur zum Thema Luftschadstoffe und Inhalationsallergien:

1. Wüthrich B.: Epidemiology of the allergic diseases: Are they really on the increase? *Int Arch Allergy Appl Immunology* 1989; 94: 3–10.
2. Wüthrich B. et al.: Prevalence of atopy and pollinosis in the adult population of Switzerland (SAPALDIA Study). *Int Arch Allergy Appl Immunology* 1995; 106: 149–156.
3. Frei Th., Wüthrich B.: Das nationale Pollenmessnetz in der Schweiz auf dem Hintergrund epidemiologischer Studien zur Pollenallergie. In: 4. Europäisches Pollenflug-Symposium, 28.2.–2.3.1997 in Bad Lippspringe, Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst 1997; 27–29.
4. Riediker M. et al.: Air pollutants enhance rhinoconjunctivitis symptoms in pollen-allergic individuals, *Ann Allergy Asthma & Immunol* 2001; 87: 311–318.
5. Braun-Fahrlander C. et al.: Respiratory health and long-term exposures to air pollutants in Swiss schoolchildren, *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 155: 1042–1049.
6. Behrendt H., Becker W.M., Fritzsche C., Sliwa-Tomczok W., Tomczok J., Friedrichs K.H., Ring J.: Air pollution and allergy: experimental studies on modulation of allergen release from pollen by air pollutants. *Int Arch Allergy Immunol* 1997; 113: 69–74.
7. Ring J., Eberlein-Koenig B., Behrendt H.: Environmental pollution and allergy. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2001; 87 (6 Suppl 3): 2–6.
8. Behrendt H., Becker W.M.: Localization, release and bioavailability of pollen allergens: the influence of environmental factors. *Curr Opin Immunol* 2001; 13(6): 709–715.

9. Stöger E, Fink C., Pfosser M., Heberle-Bors E.: Plant transformation by particle bombardment of embryogenic pollen, *Plant Cell Rep* 1995; 14: 273–278.
10. Breiteneder H. et al.: Umwelt und Allergenexpression. *Internist* 1991; 32: 602–605.
11. Spieksma F. et al.: Evidence of grass pollen allergenic activity in the smaller micronic atmospheric fraction. *Clin and Exp Allergy* 1990; 20: 273–280.
12. Schäppi G.F., Monn Ch., Wüthrich B. and Wanner H.U.: Analysis of allergens in ambient aerosols – comparison of areas subjected to different levels of air pollution. *Aerobiologia* 1996; 12: 185–190.
13. Schäppi G.F., Monn Ch., Wüthrich B. and Wanner H.U.: Direct determination of allergens in ambient aerosols: methodological aspects. *International Archives of Allergy and Immunology* 1996; 110: 364–370.
14. Becker W. M. et al.: Effect of extracts of airborne particulated matter on grass pollen *Dactylis glomerata*: allergen release and morphology. *Allergologie* 1990; 13/11: 443.
15. Ruffin J. et al.: Effects of certain atmospheric pollutants (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> and CO) on the soluble amino acids, molecular weight and antigenicity of some airborne pollen grains. *Cytobios* 1986; 46: 119–129.
16. Schinko H., Schmidt R.: Assoziation von Pollen und partikulären Aerosolen in Linz, 1991.
17. Gassner M. et al.: Relation von meteorologischen Gegebenheiten mit Pollen- und Luftschadstoff-Immissionen, insbesondere Ozon, im Rheintal. *Schweiz Arzteztg* 1987; 68: 1079.
18. Behrendt H., Becker W.M.: Localization, release and bioavailability of pollen allergens: the influence of environmental factors. *Curr Opin Immunol* 2001; 13(6): 709–715.
19. Traidl-Hoffmann Cl., Kasche A., Mariani V., Jakob Th., Müller M., Ring J., Behrendt H.: Pollen-assoziierte Lipidmediatoren (PAUMs) – Fettsäuremetabolite aus Pollen mit ungeahnter Wirkung auf das menschliche Immunsystem. *Die Medizinische Welt* 2006; 57/5: 228–231.
20. Suzuki S., Takafuji S. & Miyamoto T.: Particulate air pollution as enhancers of IgE production. *ACI News* 1989; 1/3: 76–78.
21. Takafuji S. et al.: Diesel-exhaust particulates inoculated by the intranasal route have an adjuvant activity for IgE production in mice. *J Allergy Clin Immunol.* 1987; 79: 639–645.
22. Frew A.J., Salvi S.S.: Diesel exhaust particles and respiratory allergy. *Clin Exp Allerg.* 1997; 27: 237–239.

## Das Allergie-Gütesiegel – ein Novum für die Schweiz

Ein optimaler Umgang mit Allergien bedingt gute und transparente Information. Das von aha! gemeinsam mit einem Expertenteam entwickelte Allergie-Gütesiegel bietet Ihnen nun den gewünschten Informationsmehrwert und damit eine erhöhte Sicherheit.

Das neue Allergie-Gütesiegel ist für eine breite Palette von Konsumgütern und Dienstleistungen anwendbar. Bei der Konzeption und Entwicklung hat aha! Schweizerisches Zentrum für Allergie, Haut und Asthma eng mit Spezialisten etwa aus dem Bereich Lebensmittel und Kosmetika, mit Experten des Markenrechts und der Zertifizierung zusammengearbeitet. Massgebend waren auch die Vorgaben des Verbandes der Kantonschemiker der Schweiz, welche verantwortlich für den Vollzug der Lebensmittelgesetzgebung sind. Schliesslich wurde auch die Industrie miteinbezogen, um produktionstechnisch realisierbare Lösungen zu finden.

Das neue Label basiert auf einem Pflichtenheft mit klar definierten Richtlinien, die deutlich über die gesetzlichen Anforderungen hinausgehen. Deren Einhaltung wird durch eine anerkannte und unabhängige Schweizer Zertifizierungsstelle kontrolliert. Die Latte ist hoch angesetzt: Vom Produzenten werden Nachweise über Herkunft und Verarbeitung der Rohstoffe, zu Transport und Lagerung verlangt. Detaillierte Angaben zu Produktionsplanung und -ablauf, zur Reinigung der Betriebsanlagen oder auch zu Mitarbeiterschulung und Selbstkontrolle sind ebenfalls vorzulegen. Ein zertifiziertes Produkt muss den Betroffenen einen klaren Mehrwert bieten und unterliegt einer regelmässigen Kontrolle. Es ist am Label **«empfohlen durch aha!»** erkennbar. Alle wichtigen Daten und Informationen zum Produkt werden ausserdem auf der eigens dafür eingerichteten Homepage [www.service-allergie-suisse.ch](http://www.service-allergie-suisse.ch) publiziert.

Das aha!-Gütesiegel bedeutet nicht zwingend, dass ein Produkt gänzlich allergenfrei ist. Es garantiert aber, dass bei der Produktion strenge Auflagen erfüllt sein müssen und die Betriebe daraufhin kontrolliert werden. Die sogenannten unbeabsichtigten Vermischungen sind um einen Faktor 20 geringer als bei vergleichbaren Produkten, kleiner auch als vom Gesetzgeber vorgegeben. Die schwammige Formulierung «kann ... enthalten» ist für gekennzeichnete Produkte nicht mehr zulässig. Weitere Zutaten, die Allergien auslösen können, werden zudem verschärft deklariert.

Bei Kosmetika sind bis heute über 20 problematische Duftstoffe bei entsprechender Deklaration zugelassen. In Kosmetika mit dem aha!-Gütesiegel dürfen diese Duftstoffe nicht mehr enthalten sein. Bei weiteren Konsumgütern weist das Label auf einen eindeutigen Mehrwert für Allergiebetreffene hin. Die entsprechenden Informationen und besonderen Eigenschaften des Produkts müssen auch hier klar kommuniziert werden.

Das Allergie-Gütesiegel ist von der Stiftung aha! Schweizerisches Zentrum für Allergie, Haut und Asthma initiiert und entwickelt worden. Der operative Teil der Gütesiegel-Vergabe wird aber der eigens dafür gegründeten Tochtergesellschaft SAS Service Allergie Suisse SA übertragen. Die SAS arbeitet als unabhängige Gütesiegelagentur, mit fachkompetenter Unterstützung durch aha!. Für das Gütesiegel kommen zwei Marken zur Anwendung: **Das Logo «empfohlen durch aha!», mit dem Zusatz «Allergie Suisse», kennzeichnet ausschliesslich Schweizer Produkte oder Dienstleistungen. Importierte Güter sind mit dem Zusatz «Service Allergie» versehen.**

Kontakt: aha! Schweizerisches Zentrum für Allergie, Haut und Asthma, Gryphenhübeliweg 40, 3006 Bern  
Tel. 031-359 90 00, Fax 031-359 90 90, E-Mail: [info@ahaswiss.ch](mailto:info@ahaswiss.ch)