



DIE ZUKUNFT REINER
ATEMLUFT

DIE GESCHICHTE

EINE WISSENSCHAFTLICHE
ENTDECKUNGSREISE
ZWISCHEN VISION, FAMILIE UND
BAHNBRECHENDER TECHNOLOGIE

DER FUNKE DER FASZINATION

Der Ursprung

Im Jahr 2003 beobachtete Robert Kummerer auf einer luxuriösen Yacht eine Anwendung, die sein Leben grundlegend verändern sollte. Vor seinen Augen wurde durch Nanotechnologie die Oberfläche des Schiffes auf faszinierende Weise verändert – widerstandsfähiger, pflegeleichter, glänzender. Dieser Moment war nicht nur technisch beeindruckend, sondern rührte an eine tiefere Neugier: Was, wenn diese Technologie das Leben der Menschen verbessern könnte?

Begeistert von den Möglichkeiten dieser neuen wissenschaftlichen Disziplin, begann Robert sich intensiv mit den Grundlagen der Nanotechnologie auseinanderzusetzen. Seine Leidenschaft für Innovation sprang schnell auf seine Familie über: Auch seine Frau Jacqueline und sein Sohn Gilbert erkannten das immense Potenzial und wollten gemeinsam mit ihm diesen Weg beschreiten.

2005 bot sich eine einmalige Gelegenheit: Eine kleine chemische Produktionsfirma stand zum Verkauf, deren Eigentümer in den Ruhestand ging. Die Familie ergriff die Chance und erwarb das Unternehmen. Dort wurden über 60 Produkte hergestellt, die auf dem sogenannten Easy-to-Clean-Effekt basierten – eine frühe Anwendung funktionaler Oberflächen. Parallel entwickelten sie eigene Reinigungsmittel, um die Wirkung weiter zu verstärken.

Ein Jahr später, gegen Ende 2006, erfuhr die Familie von einer bahnbrechenden Entdeckung aus Japan: eine neue Form der Nanotechnologie, die später als **Photokatalyse** bekannt werden sollte. Neugierig und voller Tatendrang arrangierten sie ein wissenschaftliches Hearing mit ihrem Forschungsleiter. Ziel war es, mögliche Anwendungen dieser Technologie zu identifizieren. In intensiven Diskussionen reifte die Überzeugung: **Die Luft, die wir atmen, ist ein elementares Gut – und sie sollte rein und gesund sein.**

Mit dieser Vision im Herzen formte sich ein Ziel: die Entwicklung eines Verfahrens zur Reinigung der Atemluft von schädlichen Partikeln, insbesondere von Feinstaub und ultrafeinen Partikeln.

Doch bevor die Familie dieses Projekt startete, wollten sie sicherstellen, dass kein Parallelprojekt in Japan bereits an der Luftreinigung arbeitete. So reiste Robert Kummerer persönlich nach Tokio, wo er nicht nur den Entdecker der Photokatalyse traf, sondern auch tiefgehende Gespräche an der Universität von Tokio führte.

Dabei entstand ein informelles, aber ehrwürdiges „Gentlemen’s Agreement“: Während die japanischen Wissenschaftler sich auf selbstreinigende Oberflächen und Wasseraufbereitung konzentrieren würden, widmete sich die Familie Kummerer dem bisher unerforschten Feld der Luftreinigung. Es war der Beginn einer mutigen Reise in die Grundlagenforschung.

DER LANGE WEG DURCH DUNKELHEIT

Die große Herausforderung

2007 begann die Familie mit systematischer Forschung zur Luftreinigung mittels Photokatalyse. In Kooperation mit der Universität Salzburg wurden Laborräume eingerichtet, wissenschaftliche Mitarbeiter eingestellt und die Infrastruktur der Universität genutzt. Zunächst konzentrierte man sich auf klassische Photokatalyse mit ultravioletttem Licht, da diese Voraussetzung war, um den Katalysator zu aktivieren. Erste Experimente zeigten: Ja, die Technologie funktionierte – jedoch lag die Effizienz bei lediglich 10 %.

Doch es stand eine noch größere Herausforderung bevor: **Wie sollte die Photokatalyse in Innenräumen funktionieren, wo kein UV-Licht vorhanden ist?** Hier entstand die entscheidende Forschungsfrage, die über Erfolg oder Scheitern entschied.

Die Familie war sich bewusst, dass dies ein Marathon werden würde. Um die Forschung langfristig sicherzustellen, suchten sie nach einem strategischen Partner – und fanden ihn im internationalen Konzern MAGNA. Dessen Interesse war geweckt durch die Vision, gesunde Luft direkt in Fahrzeug-Innenräumen zu schaffen – ein bedeutender Innovationsvorsprung in der Automobilbranche. Mit dieser Unterstützung konnten die Kummerer's ab 2008 gezielt daran arbeiten, **Photokatalyse unabhängig von UV-Licht** zu machen.



Gilbert Kummerer



Robert Kummerer

DIE ENTFESSELUNG DER ELEKTRONEN

Die Technik dahinter

Die Photokatalyse – der zentrale Mechanismus hinter AIR2LIFE – ist ein faszinierender Prozess an der Schnittstelle von Physik, Chemie und Materialwissenschaft. Um ihr volles Potenzial auszuschöpfen, musste die Familie Kummerer in die tiefsten Ebenen der Materie eintauchen – in die Welt der Elektronen, Energiebänder und Katalysatorstrukturen.

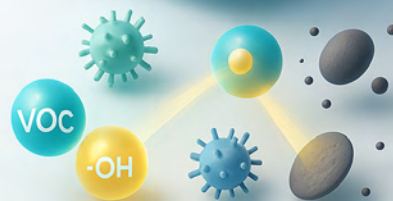
Die Grundlagen: Was ist Photokatalyse?

Photokatalyse beschreibt eine lichtinduzierte chemische Reaktion, die durch einen sogenannten Halbleiterkatalysator ermöglicht wird. Im Gegensatz zu klassischen chemischen Reaktionen, bei denen zwei Substanzen direkt miteinander reagieren, braucht die Photokatalyse Licht als Energiequelle – ein Konzept, das an Photosynthese erinnert, aber in seiner Funktionsweise deutlich komplexer ist.

Ein Katalysator, wie er in der Photokatalyse verwendet wird – etwa Titandioxid (TiO_2) oder andere Metalloxide – verfügt über eine spezifische elektronische Struktur, die aus drei Zonen besteht:

1. **Valenzband:** Hier befinden sich die Elektronen in ihrem energetisch stabilen Zustand.
2. **Bandlücke (Band Gap):** Diese energetische Lücke trennt das Valenzband vom Leitungsband. Sie ist vergleichbar mit einem „Berg“, den die Elektronen überwinden müssen, um aktiv zu werden.
3. **Leitungsband:** In diesem Bereich können sich Elektronen frei bewegen und chemische Reaktionen auslösen.

Im Normalzustand ist der Katalysator elektrisch neutral – keine Reaktion findet statt. Doch wenn Licht einer bestimmten Wellenlänge (und damit Energie) auf die Oberfläche trifft, geschieht Magisches:



Der Moment der Aktivierung

Die Photonen (Lichtteilchen) treffen auf den Katalysator und übertragen ihre Energie auf die Elektronen im Valenzband. Wenn diese Energie ausreicht, springen die Elektronen über die Bandlücke ins Leitungsband. Dort stehen sie als „freie Elektronen“ zur Verfügung. Gleichzeitig hinterlassen sie im Valenzband sogenannte **Elektronenlöcher** – ein Zustand, der starke Redoxprozesse ermöglicht.

Diese freien Elektronen und Elektronenlöcher erzeugen hochreaktive Moleküle – insbesondere zwei Schlüsselverbindungen:

1. **Superoxid-Anionen (O_2^-)** entstehen, wenn die Elektronen aus dem Leitungsband mit Sauerstoffmolekülen aus der Umgebungsluft reagieren.
2. **Hydroxylradikale ($\bullet OH$)** entstehen, wenn die Elektronenlöcher mit Wassermolekülen aus der Luftfeuchtigkeit interagieren.

Beide Radikale – Superoxid und Hydroxyl – besitzen ein extrem hohes Oxidationspotenzial. Sie sind in der Lage, organische Schadstoffe zu zerstören, indem sie Molekülbindungen aufbrechen. Dabei werden:

- » **Viren und Bakterien** inaktiviert,
- » **Schimmelpilze** zersetzt,
- » **VOCs** (flüchtige organische Verbindungen) neutralisiert,
- » **Allergene** unschädlich gemacht,
- » und sogar **Feinstaubpartikel** physikalisch verändert oder aufgelöst.

Es ist ein unsichtbarer, aber mächtiger Reinigungsprozess – vergleichbar mit einem mikroskopischen Sturm, der schädliche Moleküle in ihre harmlosen Bestandteile wie CO_2 und H_2O zerlegt.

Die Herausforderung: Vom UV-Licht zum sichtbaren Licht

Der größte Einschränkung an der klassischen Photokatalyse: Sie benötigt UV-Licht, um die nötige Energie für den Elektronensprung zu liefern. UV-Licht ist jedoch in Innenräumen kaum vorhanden – die Technologie war damit für Alltagssituationen zunächst nicht anwendbar.

Die Familie Kummerer erkannte schnell: Der Schlüssel zur Alltagstauglichkeit liegt darin, den Katalysator so zu verändern, dass **auch Licht im sichtbaren Spektrum** (also normales Tages- oder LED-Licht) ausreicht, um die Reaktion auszulösen.

Die wissenschaftliche Lösung: Dotierung und Oberflächenoptimierung

Der Weg zur Lösung führte in die Welt der **Materialmodifikation**. In unzähligen Experimenten und mit viel wissenschaftlicher Geduld wurde der Katalysator strukturell verändert. Dieser Vorgang nennt sich **Dotierung**: gezieltes Ersetzen oder Einbringen von Fremdatomen in das Kristallgitter, um dessen elektronische Eigenschaften zu verändern. Dadurch wurde die Bandlücke so weit reduziert, dass auch niederenergetisches Licht (also sichtbares Licht) genügt, um den Photokatalyse-Prozess in Gang zu setzen.

Zudem wurde die **kristalline Struktur** des Katalysators so designt, dass sie eine besonders große spezifische Oberfläche bietet. Denn: Je größer die Oberfläche, desto mehr Reaktionszentren stehen zur Verfügung – und desto höher ist die Effizienz. Die Skala ist beeindruckend: Ein Gramm **AIR2LIFE-Katalysator** kann eine Reaktionsoberfläche von mehreren Hundert Quadratmetern bieten – genug, um ganze Raumvolumina zu beeinflussen.

DIE GEBURT VON AIR2LIFE

Der Durchbruch

Nach Jahren intensiver Forschung gelang der Durchbruch. Zwei geeignete Katalysatoren wurden identifiziert und so dotiert, dass die Bandlücke entscheidend reduziert werden konnte. Das Ergebnis: Ein Photokatalysator, der mit sichtbarem Licht aktiviert wird – und damit die Anwendung der Technologie in Innenräumen revolutionierte.

Die Familie Kummerer nannte ihre Erfindung **AIR2LIFE** – ein Versprechen an die Zukunft. AIR2LIFE kann nachweislich Partikel wie Feinstaub, Allergene, Viren, Bakterien, flüchtige organische Verbindungen (VOCs) und sogar Gerüche aus der Luft entfernen. Die anfängliche Reinigungsleistung von 10 % wurde im Laufe der Jahre auf beeindruckende 85 % gesteigert.

Doch nicht nur der Katalysator wurde optimiert – auch spezielle Reinigungsmittel wurden entwickelt, um die Oberflächen für AIR2LIFE-Anwendungen vorzubereiten und so die Effektivität zu maximieren. Diese Reinigungsmittel gehen bis auf die ersten Experimente von 2003 zurück und spiegeln die ganzheitliche Herangehensweise des Projekts wider.

FAMILIE, FORSCHUNG, VERMÄCHTNIS

Die Zukunft beginnt

Die Geschichte von AIR2LIFE ist nicht nur eine technische Innovation, sondern auch ein zutiefst menschliches Projekt: getragen von einer Familie, die an ihre Vision glaubte, gegen Widerstände forschte und schlussendlich eine bahnbrechende Technologie entwickelte.

Heute steht AIR2LIFE für weit mehr als Luftreinigung – es steht für Gesundheit und für Verantwortung. In einer Zeit, in der saubere Luft keine Selbstverständlichkeit mehr ist, wurde mit AIR2LIFE eine Lösung geschaffen, die Menschen schützt – erlebbar, wirksam, wissenschaftlich fundiert und bestätigt.

AIR2LIFE ist der Beweis, dass aus einem Funken der Neugier eine Bewegung werden kann, die die Welt atmen lässt.





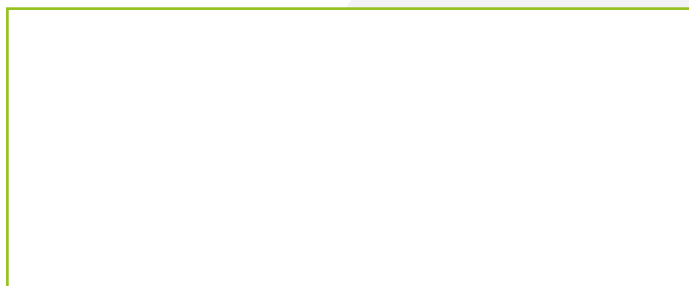
IHR AIR2LIFE® TEAM

HeSpaSol GmbH

Nassauerring 288
47803 Krefeld
Deutschland

Email: info@air2.life

Web: www.air2.life



IHR FACHBETRIEB VOR ORT



www.air2.life

HeSpaSol GmbH | Nassauerring 288 | 47803 Krefeld | Deutschland | info@air2.life