

Paraphenylendiamin: Giftige Farben

Farbstoffe sind Teil unseres Alltags. Wir färben unsere Haut und unsere Haare und tragen Kleidung in verschiedensten Farben. Der Vielfalt sind scheinbar keine Grenzen gesetzt. Doch mögen die Dinge noch so bunt sein wie die Farben in einem Malkasten, oft sind sie weitaus nicht so harmlos.

Text Karin Traxler, BRG Petersgasse, Graz

Was ist die Ursache dafür, dass wir die Welt farbig sehen? Ein Stoff ist dann farbig, wenn er Licht innerhalb des sichtbaren **elektromagnetischen Spektrums**, also mit Wellenlängen zwischen 400 und 800nm absorbiert. Die Farbe, in der der Stoff erscheint, ist die **Komplementärfarbe** von der, deren **Spektralbereich** der Stoff absorbiert [1]. Denn Licht anderer Wellenlänge wird an der Oberfläche des Stoffes reflektiert und trifft unser Auge. Dort wird es von **Fotorezeptoren in der**

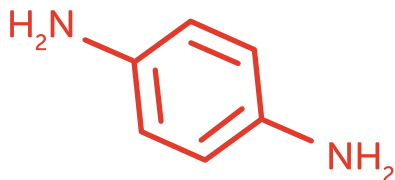


Abbildung 1

Strukturformel von Paraphenylendiamin, Autorin

Netzhaut (Stäbchen und Zapfen) in elektrische Reize umgewandelt und an das Gehirn weitergeleitet. Sind diese Wellenlängen kurz, sehen wir Farben in Blau- und Violetttönen, bei langen Wellenlängen nehmen wir rote Nuancen wahr [1]. Verbindungen, die Doppelbindungen mit **delokalisierten π -Elektronen** enthalten, erscheinen uns farbig. Besonders bei **konjugierten**

Elektromagnetisches Spektrum

setzt sich aus Radiowellen, Mikrowellen, Infrarotwellen, Ultraviolettstrahlung, Röntgenstrahlung, Gammastrahlung und dem sichtbaren Licht zusammen

Komplementärfarben

Farben, die einander neutralisieren (erscheinen in der Mischung grau); z.B. rot und grün

C=C Doppelbindungen ist das der Fall. Das ist auch am Beispiel von Paraphenylendiamin (PPD) und den **Komplexen** ersichtlich, die daraus entstehen können und zum Färben verwendet werden (**Abb. 1**) [1].

Gerade dieser Stoff ist der Grund, warum man sich ein temporäres Tattoo im Urlaub mindestens zweimal überlegen sollte. Paraphenylendiamin kommt beim Färben von Haaren, Leder und Textilien zum Einsatz und wird in Urlaubsländern gemischt mit Henna direkt auf die Haut aufgetragen. Und das, obwohl man Hautkontakt mit dem Stoff unbedingt vermeiden sollte, denn er wird nicht nur als giftig, reizend und umweltgefährlich, sondern auch als hoch sensibilisierend (Allergien auslösend) eingestuft [2,3].

TEMPORÄRE TATTOOS, WAS PPD DARIN VERLOREN HAT UND WAS DIE FOLGEN SIND

Temporäre Tattoos, auch Henna-Tattoos oder Temptoos genannt, werden in vielen Urlaubsorten angeboten. Im Unterschied zu „echten“ Tattoos, bei denen der Farbstoff in die *Dermis* (Lederhaut) gestochen wird, werden Henna-Tattoos nur auf die Haut aufgemalt [4]. Am Strand oder auf der Straße bieten Künstler den Passanten, besonders Kindern und Jugendlichen, solche Bemalungen an (**Abb. 2**) [5]. Das Angebot ist verlockend, schließlich soll das Tattoo ja schon nach zwei Wochen von selbst

Spektralbereich

Lichtspektrum, das für das menschliche Auge wahrnehmbar ist; Wellenlängen zwischen 400 und 800 nm

Fotorezeptoren der Netzhaut

Stäbchen und Zapfen

Stäbchen

Lichtempfindliche Zellen in der Netzhaut, die für das schwarz-weiß-Sehen verantwortlich sind

wieder verschwunden sein. Auch der Begriff „Henna“, mit dem das Produkt beworben wird, impliziert Harmlosigkeit, denn dieser Naturfarbstoff ist völlig unbedenklich und wurde bereits im antiken Ägypten zum Färben von Haut, Haaren und Nägeln verwendet. Gewonnen wird Henna aus den getrockneten und zerriebenen Blättern des Henna-Strauchs, der in Gebieten um das Mittelmeer wie auch in Indien und Nordaustralien zu finden ist.

Das Missverständnis liegt hier: Das Henna führt zu einer roten bis braunen Färbung. Um das gewünschte Schwarz, eine bessere Definition der Zeichnung zu erzielen und diese wie ein „echtes“ Tattoo aussehen zu lassen, wird dem Henna PPD hinzugefügt. Außerdem dauert das „Tätowieren“ durch den Zusatz von PPD kürzer und das Henna-Tattoo hält für längere Zeit [6,7]. Je mehr PPD für das Temptoo verwendet wird und je länger man es einwirken lässt, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, eine Allergie gegen den Stoff zu entwickeln. Die ersten Zeichen einer *Dermatose* (Hauterkrankung) treten innerhalb von vier bis 14 Tagen auf. Das Ekzem (der Ausschlag) begrenzt sich meist auf die bemalten Hautstellen und spiegelt exakt die Form des Tattoos wider (**Abb. 3**) [5]. Starker Juckreiz und Hautrötungen sind die ersten Symptome. Es bilden sich mit Flüssigkeit gefüllte Bläschen, die dicht beieinander liegen, wodurch ein millimeterhohes Relief entsteht. In manchen Fällen kann es zu Streureaktionen am ganzen Körper kommen. Bei Therapie mit hochdosierten *Corticosteroiden* (entzündungshemmende Medikamente) verheilt die Hautstelle nach einigen Wochen wieder, es können jedoch Pigmentstörungen und Narben zurückbleiben. Die Einschränkungen in Folge einer Allergie gegen PPD (Berufswahl, Haare färben, Kleidung) bestehen ein Leben lang [2,5,6,8].

HAARFARBEN UND PPD

In allen Permanenthaarfarben ist Paraphenyldiamin enthalten. Hier dient es dazu, eine größere Farbvielfalt zu erzielen, wenn es mit anderen Stoffen kombiniert wird. Die verwendete Menge (siehe unten) ist so gering, dass es bei Trägern der Haarfarbe selten zu einer Allergie kommt. Bei Frisören,

die häufiger mit der Substanz in Hautkontakt kommen, kann jedoch auch der geringe Anteil in den Haarfarben genügen, um zu einer Sensibilisierung zu führen. Während Frisöre jedoch „nur“ mit Ekzemen an den

Abbildung 2

Henna-Tattoo-Stand in Kroatien, Autorin



Zapfen

Lichtempfindliche Zellen in der Netzhaut, die für das Farbsehen verantwortlich sind

Delokalisierte π -Elektronen

Verteilung der Elektronen in einem Bindungssystem über mehrere Atome. Diese sind dadurch frei beweglich.

Konjugierte C=C-Doppelbindungen

Bindungssystem, in dem sich eine Einfachbindung zwischen zwei Kohlenstoffatomen mit einer Doppelbindung abwechselt

Komplex

Verbund aus Zentralatom (meist ein Metallion) und angelaagerten Molekülen/Ionen



Abbildung 3
Ekzem in Folge eines Henna-Tattoos, Birger Kränke

Händen kämpfen, und sich hier auch mit Handschuhen vor den Allergenen schützen können, ruft PPD bei deren Kunden „nicht selten schwere Ekzeme des Gesichts hervor“, wenn sie bereits zuvor durch ein Henna-Tattoo sensibilisiert worden sind [9,10]. Es kann nämlich sein, dass beim Erstkontakt mit der Substanz keine Hautreaktion eintritt, obwohl schon eine Sensibilisierung stattfindet.

Die Haut „vergisst“ das nicht. Das heißt, sobald die Haut erneut mit der Substanz in Kontakt kommt, bildet sich ein Ekzem. Besonders unangenehm und sogar sehr gefährlich kann das gerade bei Haarfarben sein. Deshalb findet man Warnhinweise auf den Produktpackungen der betreffenden Haarfarben [1]. Welche biochemischen Vorgänge bei der Sensibilisierung mit Paraphenyldiamin im Körper passieren, wenn diese Allergie ausgelöst wird, wird noch diskutiert. Die Parastellung, also das Gegenüberliegen der **Aminogruppen** am **Benzenring**, gilt jedoch als entscheidend für das hohe Sensibilisierungspotenzial (siehe Abbildung 1), da einige Verbindungen, die vergleichbar aufgebaut sind, ähnliche Reaktionen hervorrufen. Ein Beispiel dafür ist Paratoluylendiamin, gegen das es bei einer Sensibilisierung gegen PPD häufig **Kreuzallergien** gibt [2].

VERBOTE

Sowohl in der EU als auch in den USA ist PPD heute nur als Zusatz in Haarfarben erlaubt, wobei es in der EU ein Konzentrationslimit von 2% gibt, in den USA keines. Verboten ist das Auftragen des Stoffes auf die Haut, wie auch auf Wimpern und Augenbrauen [5]. In den meisten Ländern gibt es jedoch keine Bestimmungen, die das

Aminogruppe

funktionelle Gruppe in der organischen Chemie, bestehend aus Stickstoff und Wasserstoff: NH_2

Benzenring

sechs in einem Sechseck angeordnete Kohlenstoffatome, die durch konjugierte Doppelbindungen verbunden sind

Auftragen von Henna-Pasten durch Tattoo-Künstler regeln. Das erschwert auch die Kontrolle des Vertriebs von Henna-Tattoos auf Stränden und anderswo [5].

MASSNAHMEN

Die Auswirkungen im Zusammenhang mit der Verwendung von PPD sind unbedingt ernstzunehmen. Sowohl durch Haarfarben als auch durch Henna-Tattoos bedingt gibt es immer mehr Sensibilisierungen. Das ist vor allem auf die mangelnde Information der Anwender zurückzuführen.

Deshalb ist es wichtig, deren Bewusstsein durch verschiedene Maßnahmen, wie zum Beispiel Information durch die Medien oder Aufklärungsbroschüren bei Ärzten und in Schulen, zu stärken. Auch dieser Artikel soll ein Beitrag dazu sein.

Literaturverzeichnis

- [1] Beyer W. (1984). Lehrbuch der organischen Chemie. 20. Auflage. Stuttgart: S. Hirzel Verlag, S.553-555.
- [2] Brans R., u.a. (2009). Sensibilisierung auf p-Phenylendiamin. Einfluss von Metabolisierung und individuellen Risikofaktoren. In: Der Hautarzt, Nr. 60. Springer Verlag. S 26-31.
- [3] Merck GmbH. (2013). Sicherheitsdatenblatt.
- [4] Bundesinstitut für Risikobewertung. (2007). Gesundheitsgefahren durch Tätowierungen und Permanent Make-up.
- [5] De Groot A. C. (2013). Side-effects of henna and semi-permanent „black henna“ tattoos: a full review. In: Contact Dermatitis, Nr. 69. Wiley-Blackwell-Verlag. S. 1-25.
- [6] Hausen B., u.a., (2001). Henna/p-Phenylendiamin-Kontaktallergie. In: Deutsches Ärzteblatt, Nr. 98. Deutscher Ärzte-Verlag. S. A 1822-1825.
- [7] Shavit I., u.a. (2008). Delayed hypersensitivity reaction from black henna. In: The American Journal of Emergency Medicine, Nr. 26, S. 515.e3–515.e4.
- [8] Interessensgemeinschaft Allergenvermeidung. Gesundheitsministerium warnt vor Allergien durch Henna-Tattoos. http://www.allergenvermeidung.org/index.php?newsthema_gesundheitsministerium-warnt-vor-allergien-durch-henna-tattoo. [2. 12. 2014].
- [9] Clausen T. (2009). Die Chemie der Haarfarben. http://www.bfr.bund.de/cm/343/die_chemie_der_haarfarben.pdf [17.01.2015]
- [10] Kern S. (2014). Henna: Unbedenklich oder schädlich?. <http://www.apotheken-umschau.de/Haut/Henna-Unbedenklich-oder-schaedlich-338899.html>. [13.01.2015].
- [11] Scherckenbeck J. (2007). Kantonschule Trogen. http://fachschaften.kst.ch/chemie/Arbeitsauftraege_Sf/Luftschadstoffe/Farbstoffe.pdf. [13. 01. 2015].

Kreuzallergie

zusätzliche Allergie, wenn man gegen einen Stoff allergisch ist, der eine ähnliche chemische Struktur aufweist wie der, auf den man zunächst allergisch reagiert