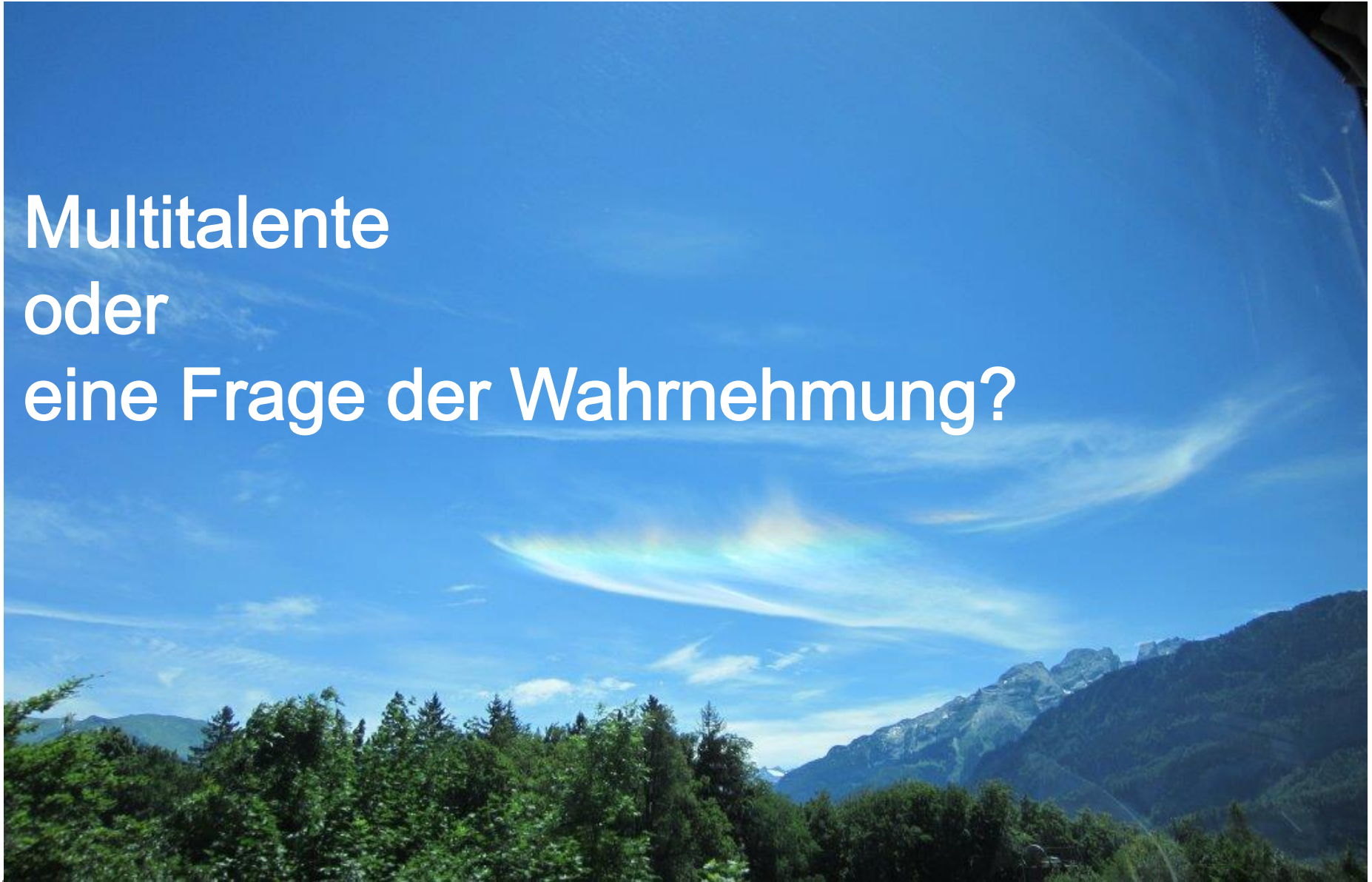


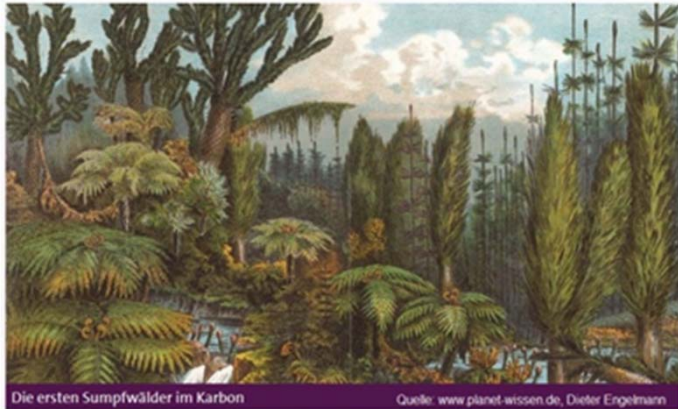


Multitalente  
oder  
eine Frage der Wahrnehmung?



# Warum sind Farbstoffe entstanden ?

Haben Sie sich einmal gefragt, weshalb Menschen farbig sehen können?  
Und warum jeder Mensch Farben anders sieht?



Die ersten Sumpfwälder im Karbon

Quelle: [www.planet-wissen.de](http://www.planet-wissen.de), Dieter Engelmann

Das erste, was unser Planet an Farbe zu sehen bekam, waren Pflanzen. Sie entwickelten die ersten grünen Farbtöne. Mit der Zeit wurden aus dem Grün bunte Farbschattierungen.

Nach dem Motto „Sehen und gesehen werden“ sorgte die Evolution in den Pflanzen für die Ausbildung von unterschiedlichen Farbstoffen.

Tiere entwickelten Farbsensoren, um ihre Lieblingsnahrungspflanzen von anderen unterscheiden zu können und Pflanzen immer mehr Farben, um sich untereinander abheben zu können.

Durch die genetische Auslese entstanden im Laufe der Zeit immer schönere Farbtöne und prächtigere Früchte



Quelle: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), Beverly Buckley

# Roter Farbton - Der Gewinner



Farbwissenschaftler gehen davon aus, dass die Interaktion von Sehen und Gesehen werden Kommunikationsmechanismen hervorbrachte, mit denen sich komplexe Nervensysteme, wie das tierische und menschliche Gehirn entwickeln konnte.

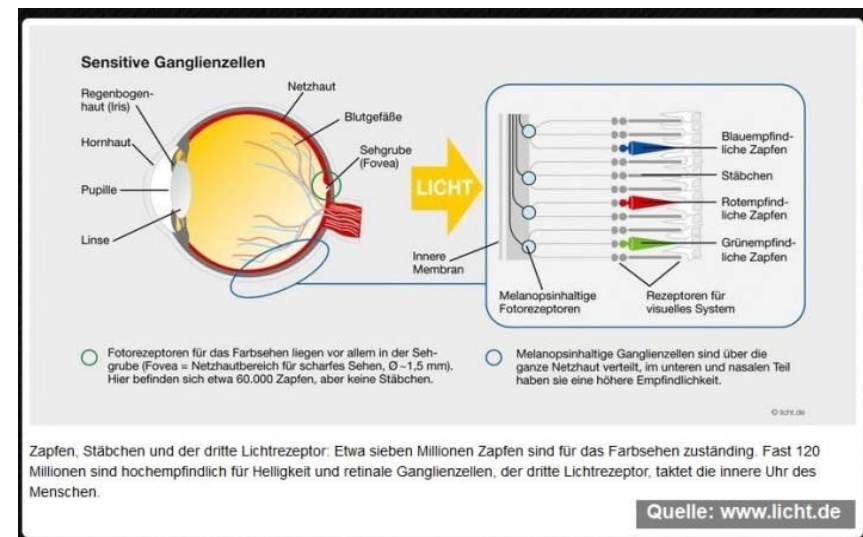
Rot ist die wichtigste Farbe, denn rot bedeutet Leben. Wenn etwas rot ist, können wir nicht wegschauen, sondern müssen hinsehen.

Warum wir für rot am empfindlichsten sind, liegt an dem Aufbau unseres Auges.

Die menschliche Netzhaut verfügt über 100 Millionen lichtempfindlicher Fotorezeptoren. Diese unterteilen sich in drei Zapfen (Stäbchen nur für hell/ dunkel). Tiere, wie z.B. Echsen und Vögel verfügen über vier Zapfen.

Die für die Wahrnehmung der blauen Farbe zuständigen Zapfen befinden sich am äußeren Rand, die grünempfindlichen Zapfen mittig

Die Zapfen, die alles um uns herum sehr bewusst sehen und die alles aufnehmen sind die rotempfindlichen Sehzellen.

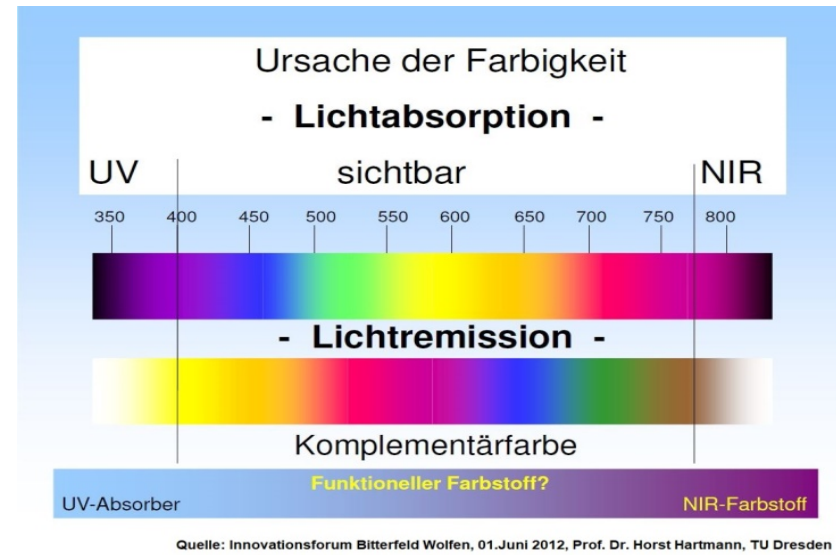




# Ohne Licht – Keine Farbe

Damit unsere Fotorezeptoren reagieren, benötigen diese Licht. Licht ist der visuelle Teil des Sonnenspektrums, die den Wellenlängenbereich von 380nm bis 780nm ausmachen. Wenn Licht auf Gegenstände trifft, wird ein Teil der Strahlung absorbiert. Der Rest wird zurückgestrahlt und gelangt auf die Fotorezeptoren in unserem Gehirn. Dort entsteht Farbe.

Meereswasser erscheint blau, weil die roten, gelben und grünen Anteile des Sonnenlichtes absorbiert werden und nur blau reflektiert wird



## Die ersten Farbstoffe

Nur Farben zu sehen genügt nicht. Daher begannen Menschen schon vor 40.000 Jahren Farben selbst herzustellen, wie am Beispiel von Höhlenmalereien bis heute bewundert werden kann.



Am Anfang waren es Naturfarbstoffe, wie Krapp( rot) und Indigo (Königsblau) und aus den Körpersäften von Tieren gewonnene Farbstoffe, wie das Purpurrot aus den Drüsen der Purpurschnecke.

Um ein Gramm des purpurnen Farbstoffes zu gewinnen, waren 8000 Schnecken notwendig. Der Preis war dementsprechend sehr hoch.



# Purpur – Ein Statusymbol

Im antiken Rom durfte nur Cäsar purpurne Gewänder tragen.



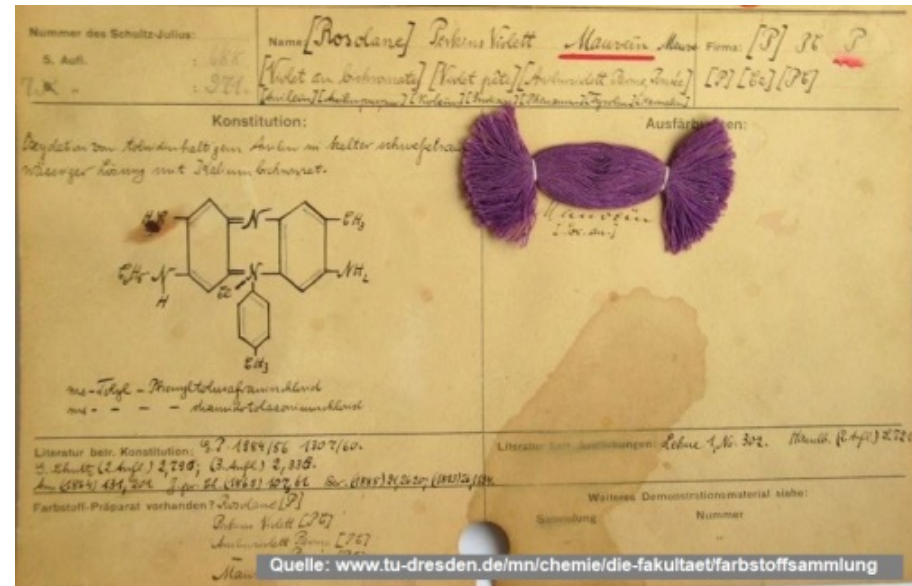
Auch die Kardinäle und die deutschen Kaiser bevorzugten purpurrote Kleidung. Diese Kleider waren nicht mehr mit Purpur aus den Schnecken gefärbt, sondern man nutzte dafür einen aus Kermesläusen gewonnen Farbstoff.

Mit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert und einer steigenden Nachfrage nach Farbstoffen für die Textilindustrie begann der Siegeszug der technischen Produktion von synthetischen Farbstoffen.



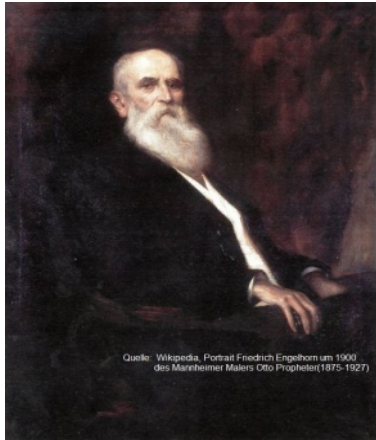
Der Engländer William Henry Perkin (1838–1907) entdeckte 1856 bei seinem Versuch aus Steinkohlenteer, Chinin zu synthetisieren, zufällig den ersten synthetischen organischen Farbstoff, Anilin-Violett (Mauvein).

Mit **Mauvein**, einem fast schwarzen Pulver konnte Baumwolle und Seide brilliant gefärbt werden.



# Vom Goldschmied zum Farbstoffproduzent

Auch Friedrich Engelhorn (1821-1902), Gründer der BASF- Badische Anilin- und Sodafabrik in Mannheim, erkannte die Bedeutung der Entdeckung, allerdings auf Umwegen.



Friedrich Engelhorn, gelernter Goldschmied und Inhaber eines Juweliergeschäfts interessierte sich weit neben Gold und Edelsteine für technische Belange.

In einer Zeit, da zunehmend Straßenbeleuchtungen in den Städten kamen, gründete er eine Unternehmen, dass sich mit der Produktion von Leuchtgas beschäftigte. Leuchtgas fällt bei der Verkokung von Steinkohlenteer an.

Und wie war das mit dem Steinkohlenteer? - Ach ja, daraus konnte der synthetische Farbstoff **Anilin-Violett** (Mauvein) gewonnen werden

Es war die Zeit der großen Fortschritte der deutschen chemischen Forschung.

1861 gründete Joseph Wilhelm Weiler die Anilinfabrik in Ehrenfeld bei Köln

1863 OHG Friedrich Bayer et comp.

1863 Farbwerke Meister Lucius et Brüning in Höchst am Main (ab 1880 Farbwerke Hoechst)

1863 Kalle & Co AG in Biebrich

1865 BASF in Ludwigshafen

1873 Anilinfarbenfabrik von Gans und Leonhardt (Cassella) in Frankfurt-Fechenheim

1873 Agfa in Berlin.

1877 erfolgte die Hälfte der Weltproduktion an Farbstoffen in Deutschland.



Anfang des 20. Jahrhunderts waren sechs Firmen sowohl in Deutschland als auch international für die Produktion und den Verkauf synthetischer Farbstoffe marktführend: BASF, Bayer, Hoechst, Agfa, Cassella und die Kalle AG.

- Der Rest ist Geschichte -



# Natürliche Farbstoffe

Farbstoffe sind im Vergleich zu Pigmenten löslich und färben Materialien. Es gibt über 100.000 verschiedene Farbstoffe. Aber nur ein geringer Teil von ca. 5.000 Farbstoffen entspricht den Anforderungen einer industriellen Produktion.

## Natürliche Farbstoffe

Während in der heutigen Zeit der Trend wieder in Richtung Naturfarbstoffe geht, bleiben deren Anwendungen noch überwiegend auf den Nahrungsmittelbereich beschränkt, wie zum Beispiel färbende Farbextrakte: aus rote Beete, Paprika, Hibiscus und Spinat.

Die **blaue Klitorie** ist eine in den tropischen Gebieten weit verbreitete kletternde Zierpflanze. Die Blüten können zum Färben von Speisen und Getränken genutzt werden.



## Nachteile:

Geringe Farbstabilität unter Einfluss von Licht, Wärme und pH-Änderungen  
Mögliche Geschmacksbeeinflussung

Daher kommen überwiegend synthetisch gewonnene Farbstoffe in der industriellen Fertigung zum Einsatz.

# Synthetische Farbstoffe

## Textilien

### Reaktivfarbstoffe

Nassechte Verfärbungen von Cellulose, Baumwolle, Wolle und Polyamid

### Schwefelfarbstoffe

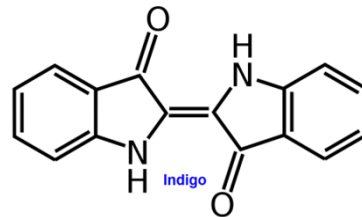
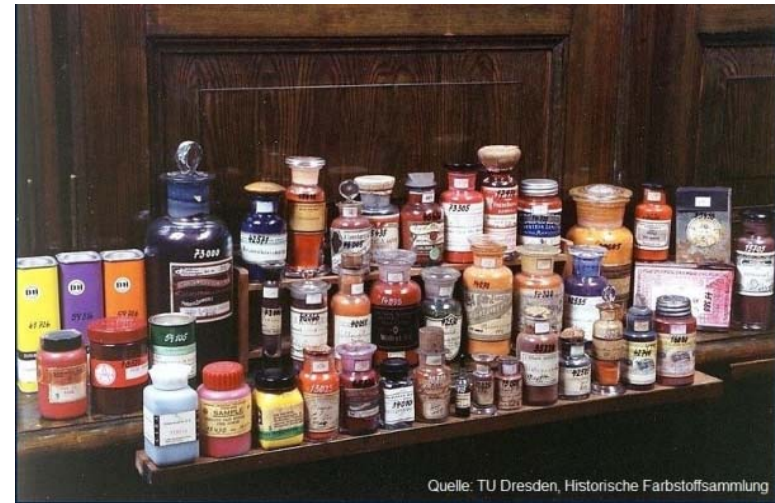
Wasch- und lichtechte Verfärbungen von Baumwolle und pflanzliche Fasern

### Direktfarbstoffe

Einfärben Cellulosefaser

### Dispersionsfarbstoffe

Wasch- und lichtechte Verfärbungen von Polyester und Acetatfasern



### Küpfenfarbstoffe

Einfärben Baumwolle und Viskose

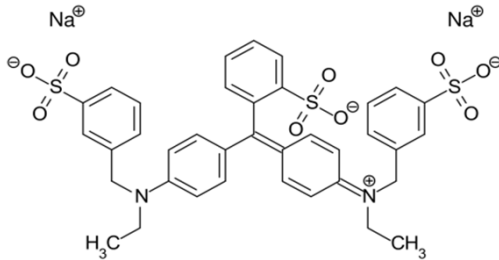
Bsp: C.I. Vat Blue (**Indigo**) – ein Carbonylfarbstoff für die Färbung von Blue Jeans



# Synthetische Farbstoffe

## Lebensmittelfarbstoffe

Überall dort, wo durch den Herstellprozess die Farbe des Lebensmittels verlorengeht und ein natürlicher Lebensmittelfarbstoff nicht geeignet ist, kommen künstliche Lebensmittelfarbstoffe zum Einsatz.



Bsp.: **E133** – Blauer **Triphenylmethanfarbstoff**

Zum Färben von Getränken, Speisen und Medikamenten, Flüssigwaschmittel, Weichspüler Mundwasser, Gel-Zahnpasta, und Parfüm

Die Anwendungen unterliegen einer gesetzlichen Regelung und müssen auf dem Etikett mit einer E - Nummer aufgeführt sein.



# Was sind Funktionale Farbstoffe ?

Von einem funktionalen Farbstoff spricht man, wenn ein Farbstoff bei seiner Anwendung eine Funktion übernimmt und nicht nur seiner ästhetischen Farbgebung dient, Dr. John Griffiths, 1993 in der Zeitschrift „Chemie in unserer Zeit“.

Funktionelle Farbstoffe reagieren auf äußere Einflüsse, wie z. B. Strahlung (Licht), Temperatur, elektrische Potenziale, pH-Wert oder Stromfluss, mit einer Änderung ihrer Eigenschaften.

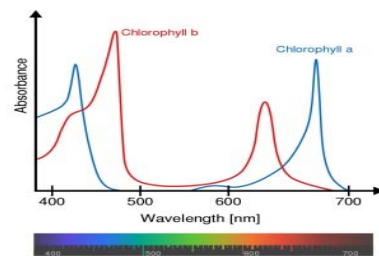
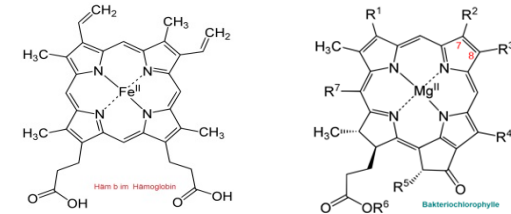
Funktionale Farbstoffe werden in Hightechnanwendungen, in der Medizin, Pharmazie, Kosmetik, Fotovoltaik, bei der Speicherung von Daten, der Druckindustrie und in der Kriminalistik genutzt.

# Synthetische Farbstoffe

## Funktionale Farbstoffe in der Biochemie

**Hämoglobin** und **Chlorophyll** sind zwei **biochemische funktionale Farbstoffe** von großer Bedeutung für das Leben auf der Erde.

Die beiden **Phthalocyanine** verfügen über eine Porphyrin-artige Struktur und ähneln damit dem biologisch relevanten roten Blutfarbstoff Häm im Hämoglobin und dem pflanzlichen Farbstoff Chlorophyll.



Hämoglobin + O<sub>2</sub> -> hellrotes Blut gelangt durch den Kreislauf -> dunkelrot -> mit Atemluft erfolgt Abgabe CO<sub>2</sub> an Umgebung.

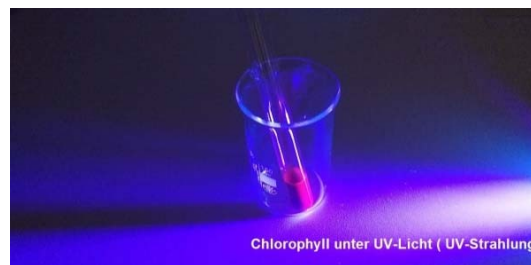
Chlorophyll + CO<sub>2</sub> mittels Photosynthese -> Abgabe O<sub>2</sub> an Umgebung

Chlorophyll wandelt also Absorptionsenergie in chemische Energie um, die für die Fotosynthese benötigt wird.

Durch die Absorptionslücke von 500 bis 600nm erscheinen die Blätter grün.



Chlorophyll unter Tageslicht



Chlorophyll unter UV-Licht (UV-Strahlung)

Chlorophyll verfügt über fluoreszierende Eigenschaften.

Unter UV-Licht leuchtet es rot.



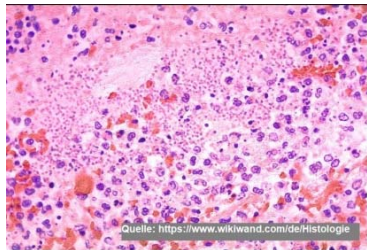
# Funktionale Farbstoffe in der Medizin

Die Entdeckung und Entwicklung von funktionalen Farbstoffen für medizinische Anwendungen ist eng mit der Entwicklung der pharmazeutischen Industrie verbunden.

1882 **Paul Ehrlich** entdeckte, dass säurefeste Stäbchen sich mit Kristallviolett anfärben lassen. **Franz Ziehl** und **Friedrich Neelsen** verfeinerten die Methode, in dem sie Fuchsin einsetzten.

## Später entwickelte sich die moderne Fluoreszenz-Diagnostik

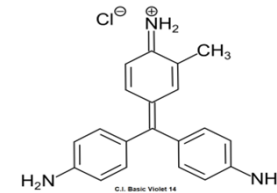
- Die Mikrobiologie war geboren -



### Fuchsin

Aus der Gruppe der Triphenylmethanfarbstoffe

Bsp: Histologischer Schnitt einer Lunge,  
Lungenpest,[16]



Fluoreszierende Farbstoffe für die Analyse biochemisch und klinisch relevanter Substanzen, wie z. B. Tumorassoziierte Proteine, Antikörper, Hormone, Bakterien, Viren und Toxine.

Mit dieser Methode gelang 1882 **Robert Koch**, den Erreger der **Tuberkulose**, nachzuweisen. Später dann auch noch die Cholera.

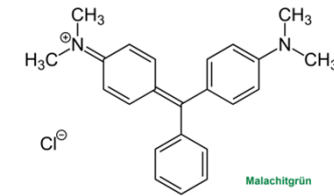
Fuchsin wirkt antimykotisch und antiseptisch bei grampositiven Bakterien, wird aber wegen des Verdachts auf Kanzerogenität weder am Menschen noch in der Veterinärmedizin eingesetzt.

# Malachitgrün – Medikament

## Malachitgrün

Malachitgrünoxalat ist wie Fuchsin ein Triphenylmethanfarbstoff und bildet grüne, metallisch glänzende Kristalle, die in Wasser und Ethanol gut löslich sind.

In der Mikroskopie verwendet man Malachitgrün zur Färbung von mit Pilzen infizierten Pflanzengewebe, Bakterien und als Nachweis zur Sporenbildung



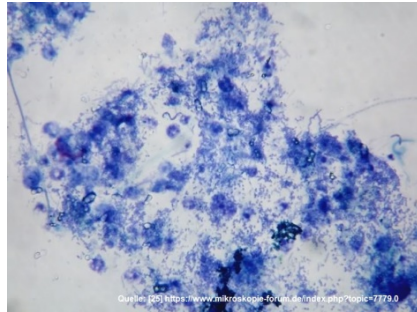
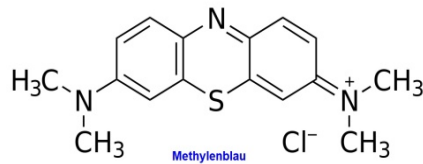
In vielen Drittstaaten ist Malachitgrün wegen seiner unübertroffenen Wirksamkeit ein zugelassenes Medikament gegen Pilze und Parasiten bei Fischen, insbesondere gegen Ichthyophthiriose, die Weißpünktchenkrankheit.

Der Stoff wird im Fisch wieder zu der schwer wasserlöslichen Leukobase reduziert. Selbst die Behandlung von Forellenlaich gegen Verpilzung ist er in der EU verboten.

Anwendung als pH-Indikator.

Farben von Malachitgrün				
saure Form gelb	Umschlagszone 1 pH 0,2 bis pH 1,8	typische Farbe Blau-Grün	Umschlagszone 2 pH 11,5 bis pH 13,2	basische Form farblos

# Methylenblau – Blauer Juwel



**Methylenblau** ist ein Phthalocyanid /Phenothiazin-Derivat ( Synth. Methylthioniumchlorid).

**Wirkt keimtötend**

Paul Ehrlich [\* 1854 bis 1915†], gilt als der Begründer der Experimentellen Medizin und der modernen Chemotherapie.

Er entdeckte, dass sich Blutkörperchen und Mikroorganismen mit Farbstoffen anreichern und das umliegende Gewebe farblos blieb.

Bild: Verschiedene Bakterien und kleine Flagellaten, hitzefixierter Ausstrich, Methylenblau nach Löffler.

Damit war es möglich Bakterien gezielt mit einem Farbstoff anzufärben, der im besten Fall eine toxische Wirkung in der Zelle bewirkt ohne den menschlichen Organismus zu schädigen

# Antiseptikum bei Malaria

# Antirheumatikum

# Diagnosezwecke

# Früher zur Behandlung bei Cyanidvergiftungen

# Tiermedizin in Kombination mit Malachitgrün gegen Weißpünktchenkrankheit bei Fischen

# Studie: Behandlung von chronischen Schmerzen des unteren Rückens, Direktinjektion Wirbel

# Behandlung von Tumorerkrankungen und mikrobielle Infektionen in der Photodynamischen Therapie (PDT),

# Studie, Antimikrobielle Photodynamische Therapie gegen Parodontose ( bakterielle Erreger), [26]

# Studie, Verbesserung der kurzfristigen Merkfähigkeit des Gehirns als Mittel gegen Altersdemenz [17]

# Antidot bei Nitrit-und Anilinvergiftungen.

Wandelt Methämoglobin zu Hämoglobin



# Methylenblau & Anti - Aging für die Haut?



\* Laborversuch

Forscher der University of Maryland haben herausgefunden, dass der Farbstoff die Zellteilung ankurbelt und damit die Faltenbildung hemmen soll.[18]

Neugierig geworden, probierten sich die se ma Forscher an eine „Blue Creme“ aus.

Wunschvorstellung oder bald Realität?



Lassen wir uns überraschen !



## Weitere Vertreter mit medizinischer Wirkung

# **Aluminiumphthalocyanin**

Polymer-Konjugate in der Photodynamischen Therapie

# **Kongorot/ Azofarbstoff**

Früher- Behandlung von rheumatischem Fieber und als Gegengift bei Diphtherie, pH Indikator

# **Gentianaviolett**

Wirkstoff in der lokalen Behandlung bei Hauterkrankungen gegen Bakterien und Pilze, noch aktuell in der Anwendung [29]

# **Prontosil (orange)**

Wirkstoff gegen Streptokokkeninfektionen , daraus Entwicklung von Sulfonamiden (gegen Kindbettfieber, Lungenentzündung, Lepra)

# **Indocyaningrün**

Polymethinfarbstoff für bildgebende biodiagnostische Zwecke in tieferen Gewebeschichten

# Funktionale Farbstoffe & Moderne Technik

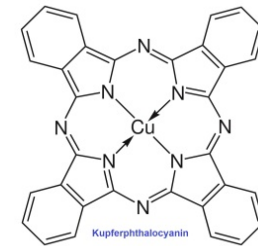
## Phthalocyanin-Farbstoffe

sind chemisch und thermisch stabile Verbindungen.

1907 **Kupfer-Phthalocyanin** als zufälliges blaues Nebenprodukt zum ersten Mal beschrieben.

1934 Kommerzielle Produktion in Schottland.

1936 Produktion bei Bayer



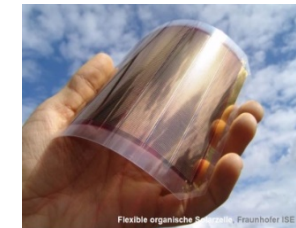
Kupferphthalocyanin - Häufigste Farbmittel für **Lacke** – und **Anstrichfarben**



Bis heute, einer der wichtigsten kommerziellen Farbstoffe

Farbstoffsensibilisierte **Solarzellen**

Die ersten organischen Solarzellen basierten auf Kupferphthalocyanin.



Aktuelle Beispiele zeigen die Weiterentwicklung zu flexiblen Modulen



**OLED**- Organic Light Emitting Diode Farbstoffe für organische Leuchtdioden in Computerbildschirmen und Smartphones.

Iridiumtrisphenylpyridin ist ein bekannter Emitter, der in OLEDs verwendet wird



**Photoleiter** (Bildtrommel) in Laserdruckern, Elektrodenmaterial in Brennstoffzellen



**OLED's** können in biegsame Kunststofffolien integriert werden und zu **Displays** weiterverarbeitet werden.

In einem Prozess ist es möglich, die OLEDs auf dünnstem flexiblem Glas aufzubringen und gleichzeitig zu verkapseln. Hochleitfähige homogene transparente Oxidschichten mit guten Licht-Auskopplungseigenschaften sind dafür verantwortlich, die OLEDs auch zum Leuchten zu bringen. Die Fertigung findet in einem „Rolle zu Rolle“-Prozess statt. [23]

# Funktionale Farbstoffe – UV Absorber

## UV Absorber

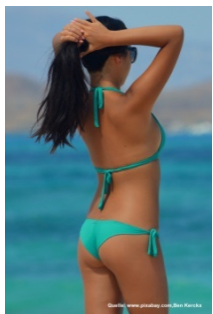
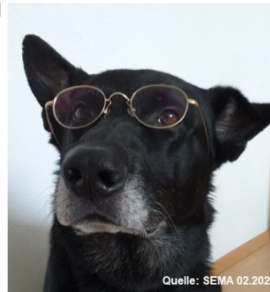
Synthetisch hergestellte Substanzen

- Farblos bis hellgelb
- Absorbieren schädliche UV-Strahlung bis 400nm.
- Wandeln kurze hochenergetische Strahlung in langwellige Wärmestrahlung um

UVC: 100 - 280nm

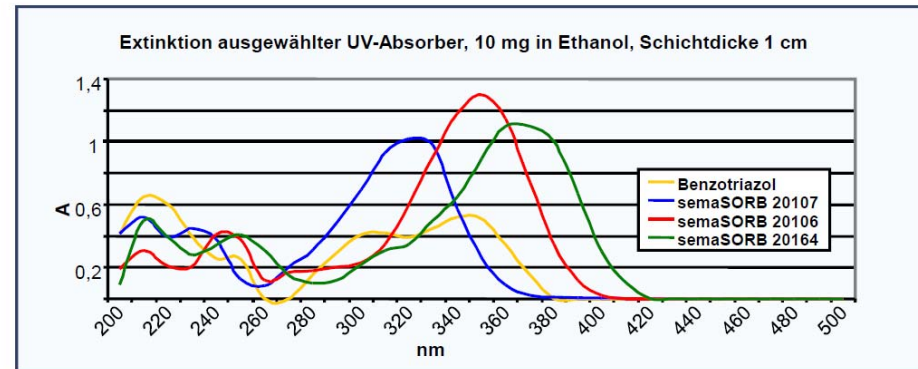
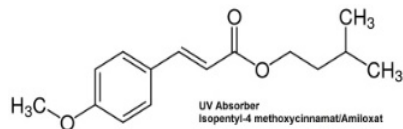
UVB: 280 - 315nm

UVA: 315 - 400nm



### Viele Einsatzgebiete:

- Transparente Folien für Display's
- Tagesbrillen mit UV Schutz
- Sichtglas in Druckmaschinen
- Werbebranche, Verpackung
- Architekturfolien für Glasfassaden
- Anstrichfarben und Lacke
- Kosmetikbranche, Hautpflegemittel



Photochemische Eigenempfindlichkeit von Materialien:

Polyester:	325 nm
Polycarbonat:	295, 345 nm
Polypropylen:	310 nm
Polyvinylchlorid:	310 - 320 nm

Das Foto des Truckers William Edward McElligott, von dem New England Journal of Medicine veröffentlicht, zeigt, die Auswirkungen eines fehlenden UV Schutzes auf der Haut.



Während die linke Gesichtshälfte des LKW Fahrers ständig der Sonne ausgesetzt war, blieb die rechte Gesichtshälfte geschützt. [30]



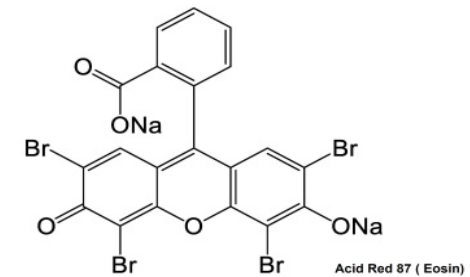
# Fluoreszenzfarbstoffe – Body Painting

## Fluoreszenzfarbstoffe als Make-up für UV Licht Shooting

Leuchtende Farben unter Schwarzlicht sorgen nicht nur für Stimmung in der Disko. Sie setzen wirkungsvolle Effekte in den Partykellern und lassen Körper farbig leuchten.



Der UV leuchtende Effekt wird in vielen Körpermalfarben durch den Zusatz von lumineszierendes Zinksulfid und den Farbton bestimmenden Farbstoff erzielt



Tagesleuchtfarben und Nachleuchtfarben werden durch UV-Strahlung angeregt und in den langwelligen sichtbaren Bereich verschoben.

So werden aus unscheinbaren hellbeigen Pasten leuchtende bunte Farbstoffe



# Fluoreszenzfarbstoffe & Kennzeichnung

## Kennzeichnung von Banknoten



Quelle: SEMA 02.2020



Quelle: SEMA 02.2020

EURO-Banknoten sind mit fluoreszierenden Farben durchzogen und bedruckt, um Geldfälschern die Arbeit zu erschweren und die Echtheit der Banknoten überprüfen zu können

Hohe Einbruchsraten und geringe Ermittlungserfolge. In 2018 gab es in Leipzig laut dem Landeskriminalamt 1418 Wohnungseinbrüche mit Diebstahlhandlungen. [37]

Einbrüche in den eigenen vier Wänden stellen für viele Menschen eine Verletzung der Privatsphäre dar.

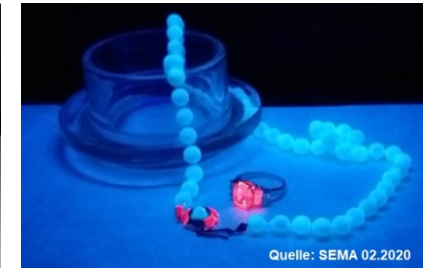
Hinzu kommt der schmerzliche Verlust des Familienschmucks oder der wertvollen Münzsammlung. Daher sollte es den Dieben so schwer wie möglich gemacht werden.

Funktionelle Farbstoffe helfen Schmuck, Metalle, Porzellan, Holzmaterialien und Kunststoffe individuell und unsichtbar zu kennzeichnen.

Bei Tageslicht sind die Marker unsichtbar.



Quelle: SEMA 02.2020



Quelle: SEMA 02.2020

Erst unter UV-Licht (Schwarzlicht) leuchtet die Markierung rot fluoreszierend. Die Markierung ist permanent und ultraschallresistent

# Quellen

Quellen:

- [01] [https://www.planet-wissen.de/geschichte/urzeit/deutschland\\_in\\_der\\_urzeit/index.html](https://www.planet-wissen.de/geschichte/urzeit/deutschland_in_der_urzeit/index.html)
- [02] <https://www.licht.de/de/grundlagen/ueber-licht/licht-und-sehen/sinnesorgan-auge/>
- [03] <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=31975149>
- [04] Innovationsforum Funktionelle Farbstoffe, 2012 in Bitterfeld-Wolfen
- [05] <http://www.artikel33.com/chemie/1/farbstoffe--geschichte-bedeutung-gebrauch.php>
- [06] <https://www.chemanager-online.com/themen/chemikalien-distribution/funktionellen-farbstoffe>
- [07] <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=31975149>
- [08] <https://www.daserste.de/information/wissen-kultur/w-wie-wissen/farben-sehen-100.html>
- [09] <https://de.wikipedia.org/wiki/Phthalocyanin>
- [10] <https://de.wikipedia.org/wiki/Malachitgrün>
- [11] <https://de.wikipedia.org/wiki/Methylenblau>
- [12] <https://de.wikipedia.org/wiki/Bildtrommel>
- [13] <https://de.wikipedia.org/wiki/Chlorophylle>
- [14] [https://www.chids.de/dachs/wiss\\_hausarbeiten/Farbstoffe\\_Weigand.pd](https://www.chids.de/dachs/wiss_hausarbeiten/Farbstoffe_Weigand.pd)
- [15] <https://pixabay.com/de/>
- [16] [https://www.wikiwand.com/de/Histologie#F%C3%A4rbemethoden\\_der\\_Histologie](https://www.wikiwand.com/de/Histologie#F%C3%A4rbemethoden_der_Histologie)
- [17] <https://www.scinexx.de/news/medizin/methylenblau-fuer-ein-besseres-gedaechtnis/>
- [18] <https://www.elle.de/methylenblau>
- [19] <https://www.alzheimer-forschung.de/aktuelles/meldung/mit-blauer-farbe-gegen-alzheimer-methylenblau-in-der-forschung/>
- [20] [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-60306-8\\_44](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-60306-8_44)
- [21] <https://idw-online.de/de/news691778>
- [22] <https://www.gelbe-liste.de/onkologie/darmkrebs-chromokoloskopie-methylenblau-oral>
- [23] <https://www.professional-system.de/basics/oled-displays-das-funktionsprinzip-neuste-entwicklungen/>
- [24] <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/ausgabe-51522010/chemisch-auf-erreger-zielen/>
- [25] <https://www.mikroskopie-forum.de/index.php?topic=7779.0>
- [26] <https://www.zm-online.de/archiv/2011/20/zahnmedizin/photodynamische-therapie-in-der-parodontitisbehandlung/>
- [27] <https://de.wikipedia.org/wiki/Fluoreszenz>
- [28] <https://www.funktionelle-farbstoffe.de/>
- [29] <https://www.der-niedergelassene-arzt.de/medizin/hauterkrankungen-bei-kindern-natuerlich-behandeln/category-9/53,854,164/9d37f92a7084026da593513bdb5078cc/>
- [30] <https://www.welt.de/vermishtes/article106416402/Der-Sonnen-Trucker-mit-den-zwei-Gesichtern.html>
- [31] [https://www.kremer-pigmente.com/media/pdf/56000-56650\\_947xLeuchtpigmenteAllgemein.pdf](https://www.kremer-pigmente.com/media/pdf/56000-56650_947xLeuchtpigmenteAllgemein.pdf)
- [32] <https://www.organische-chemie.ch/chemie/2008okt/bananen.shtm>
- [33] <http://www.chemie.uni-jena.de/institute/oc/weiss/naturstoffe.htm>
- [34] <https://www.mehron.nl/de/face-amp-body-art/fantasy-fx/fantasy-fx---glow-yellow>
- [35] <https://www.schminke.de/Neon-Schminke-UV-Kryolan-Aquacolor-Tagesleucht-Bodypainting-Palette--1220.html>
- [36] [https://www.welt.de/welt\\_print/article2539843/Auf-der-Jagd-nach-der-Schrott-Mafia.html](https://www.welt.de/welt_print/article2539843/Auf-der-Jagd-nach-der-Schrott-Mafia.html)
- [37] <https://www.lvz.de/Leipzig/Polizeiticker/Polizeiticker-Leipzig/Vier-Wohnungseinbrueche-pro-Tag-in-Leipzig>





**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

**Wir wünschen  
eine  
gute Heimreise.**

**se ma Gesellschaft für Innovationen mbH**  
Industriestraße 12, D-06869 Coswig (Anhalt)

Tel.: 034903 - 30467  
Fax: 034903 - 30465

Internet: [www.sema-gmbh.com](http://www.sema-gmbh.com)  
E-Mail: [info@sema-gmbh.com](mailto:info@sema-gmbh.com)