

**Zeitschrift:** Hochparterre : Zeitschrift für Architektur und Design  
**Herausgeber:** Hochparterre  
**Band:** 21 (2008)  
**Heft:** [10]: LED-Licht und Farbe erforschen

**Artikel:** Forschung : zwischen Labor und Museum  
**Autor:** Bachmann, Ulrich / Michel, Ralf  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-123586>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

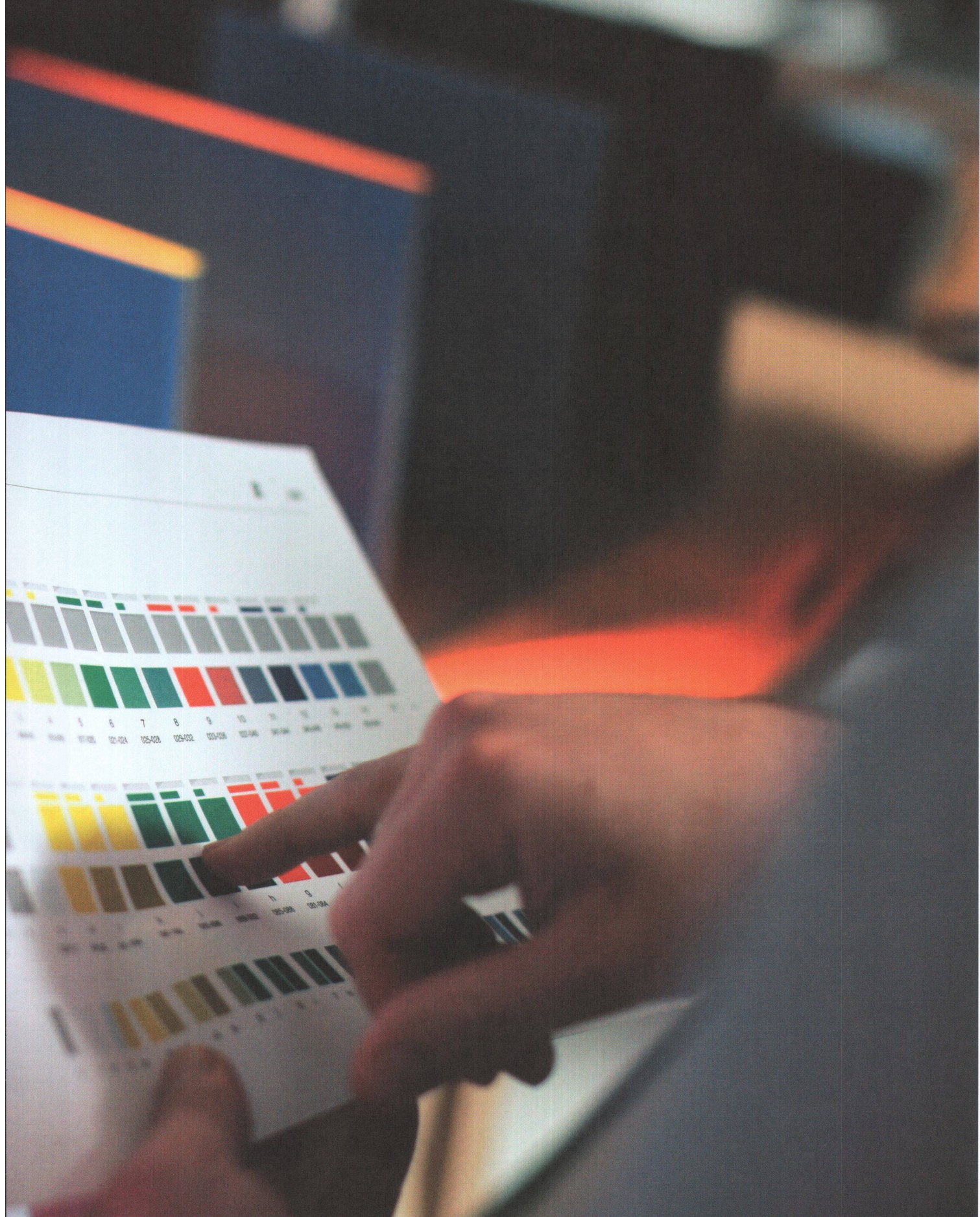




# Zwischen Labor und Museum

Text: Ulrich Bachmann, Ralf Michel







Farbe und Licht gehören zusammen. Auf dieser Erkenntnis gründet das Farb-Licht-Zentrum an der Zürcher Hochschule der Künste ZHdK. Hier werden die Wechselwirkungen zwischen Licht und Farboberflächen untersucht. Ein Bericht über das KTI-Forschungsprojekt LED-ColourLab.

• Ludwig Wittgenstein schrieb in seinen «Bemerkungen über die Farben»: «Man sagt zwar (In der Nacht sind alle Katzen grau), aber das heisst eigentlich: Wir können ihre Farben nicht unterscheiden, und sie könnten grau sein.» Erst durch Licht wird Farbe zur Farbe. Doch unter welchen Bedingungen werden Farben auf welche Weise wahrgenommen? Wie können diese Bedingungen aus Sicht des Designs erforscht werden?

Im Design ist Farbe eines der grundlegenden gestalterischen Mittel. Und weil Farbe nur im Verhältnis zu Licht und Dunkelheit seine Wirkung entfalten kann, wurde das Studium im Bereich der Farbe an der ZHdK auf jenen unabdingbaren Zusammenhang von Licht und Farbe ausgeweitet. Unterrichts- und Forschungsprojekte tragen dazu bei, das Farb-Licht-Zentrum der Hochschule aufzubauen. Hier fliessen Erkenntnisse der traditionellen Farblehren mit dem Wissen über die Wechselbeziehungen von Licht und Farben in einer eigentlichen Farb-Licht-Lehre zusammen. Diese untersucht, wie die Wirkung von Farben durch die Positionierung im Raum, durch unterschiedliche Oberflächen und Lichtquellen beeinflusst wird. Und es wird darüber nachgedacht, wie solche Erkenntnisse über die visuelle Wahrnehmung zeitgemäss und sinnlich erfahrbar in die Lehre fliessen können.

Die wichtigsten Ergebnisse der bisherigen Forschung erschienen 2006 in der Publikation «Farben zwischen Licht und Dunkelheit». Das Forschungsprojekt LED-ColourLab

knüpft daran an und untersucht die Interaktionen zwischen LED-Licht und farbigen Oberflächen. Die Erkenntnisse der Forschergruppe sind in der Ausstellung «LED – Licht und Farbe inszenieren» im Winterthurer Gewerbemuseum zu sehen (Seite 22). Die Besucher können dort an Modellen und Versuchsanlagen erfahren, welchen gestalterischen Spielraum diese Lichtquelle eröffnet, wenn sie mit farbigen Oberflächen zusammenwirkt.

## LED – wenig Energie, grosses Potenzial

Seit der Erfindung der Glühlampe vor rund 130 Jahren bringt die LED den grössten Umbruch in der Beleuchtungstechnologie. In Zukunft werden leistungsstarke LEDs als Lichtquellen für allgemeine und architektonische Beleuchtung etliche hergebrachte Lichtquellen ersetzen. Für die allgemeine Beleuchtung bieten sie bereits heute langlebige und energiesparende Lösungen für Effekt- und Akzentbeleuchtung. Mithin ersetzen Hochleistungs-LEDs Halogenlampen und ergänzen Glüh-, Kompaktleuchtstoff- und Leuchtstofflampen in der allgemeinen Beleuchtung, weil sie deutliche Vorteile haben:

- Sie sind klein, robust, haben eine lange Lebensdauer.
- Bei weissem Licht sind LEDs momentan etwa so effizient wie Halogenlampen, d.h. sie sind um einiges effizienter als Glühlampen, aber deutlich weniger effizient als etwa Leuchtstofflampen.
- Sie sind sicher und einfach einzubauen, weil sie mit Niedervoltssystemen betrieben werden können.
- Die Entwicklung von LEDs wird vorangetrieben. Ihr Wirkungsgrad verdoppelt sich etwa alle zwei Jahre.
- Satte Farben können ohne zusätzliche Filter abgestrahlt werden. LEDs sind ohne Farbveränderungen dimmbar.
- LED-Farben können elektronisch, dynamisch gesteuert werden und erzeugen gerichtetes Licht mit wenig Streulicht und hohem Wirkungsgrad.
- Durch Mischung unterschiedlich bunter oder unbunter LEDs können unterschiedlichste spezifische Spektren komponiert werden.
- LEDs strahlen weder infrarot noch ultraviolett und können in Museen mit heiklen Exponaten eingesetzt werden.

## Neues Licht verändert Farben

Wenn also erstens Farben nur in Abhängigkeit vom Licht betrachtet werden können und zweitens den LEDs ein derartiges Potenzial zugeschrieben wird, dann muss sich der Einsatz von Farben unter Einwirkung von LED neu orientieren. Deshalb war es für die Forscher im LED-ColourLab wichtig, von Beginn an mit versierten Partnern sowohl aus der Farben- (IGP Pulvertechnik und kt.COLOR) als auch aus der Beleuchtungsindustrie (Philips Lighting Schweiz) zusammenzuarbeiten.

Designforscher interessiert vor allem die Frage, wie der kombinierte Einsatz von LED und farbigen Oberflächen im architektonischen, szenografischen und innenarchitektonischen Kontext planbar gemacht werden kann. Konkret: In welcher Art verändern sich farbige Oberflächen unter verschiedenen Lichtquellen – ein einfacher, aber wirkungsvoller phänomenologischer Ansatz. Dabei blieb im Fokus, dass solche Veränderungen – Farbtonverschiebungen, unterschiedliche Sättigungs- und Helligkeitsgrade – für Entwurfsentscheidungen stets relevant sind. Auch Aspekte der Beleuchtungstechnik und der Farbenherstellung spielen eine wichtige Rolle. Schliesslich gibt es wirtschaftliche Interessen der Hersteller, die zu beachten sind. →



1

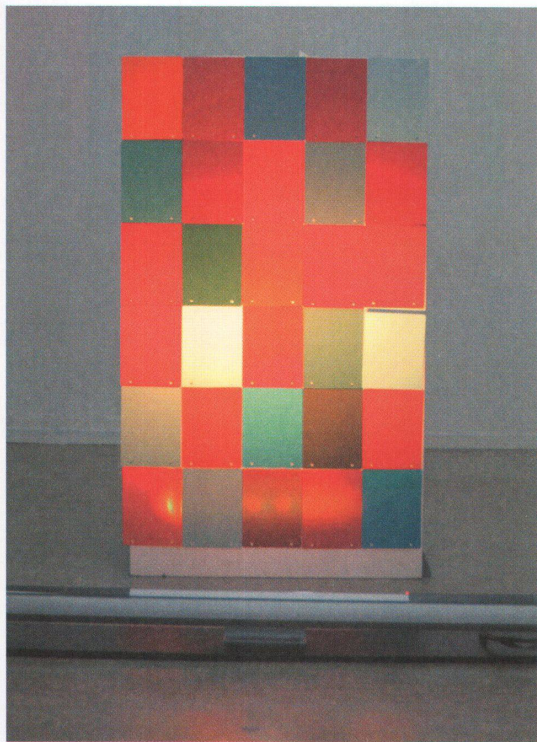
← Seiten 6-7 Die dynamische LED-Beleuchtung auf unterschiedlichen Farboberflächen führt zu einer dynamischen Komposition aus Licht und Farbe.

1 Phänomene in schnell erstellten Modellen sichtbar machen: Diese Methode bringt die Forschung voran. Foto: Forschungsprojekt

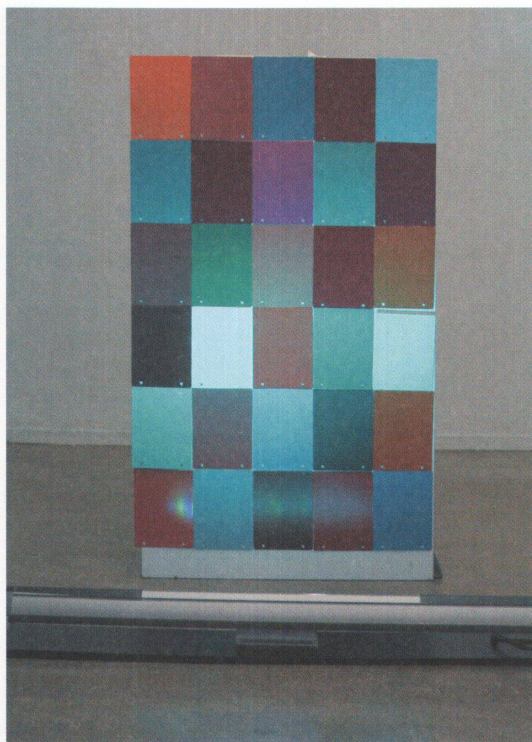
2-3 Erkenntnisse zu Farbtonverschiebungen bilden die Grundlage für die Installationen in der Ausstellung. Fotos: Forschungsprojekt

4 Designforschung braucht viel Raum für Modelle und Versuche. Mit ihnen setzen sich die Forschenden auseinander und klären Fragestellungen. Foto: Forschungsprojekt





2



3

Wirtschaftspartner von LED-ColourLab

- > Philips AG Lighting Schweiz  
[www.lighting.philips.ch](http://www.lighting.philips.ch)
- > IGP Pulvertechnik AG, [www.igp.ch](http://www.igp.ch)
- > kt.COLOR, [www.ktcolor.ch](http://www.ktcolor.ch)
- > Gewerbemuseum Winterthur  
[www.gewerbemuseum.ch](http://www.gewerbemuseum.ch)
- > Gefördert wurde LED-ColourLab durch die KTI (Förderagentur für Innovation des Bundes)

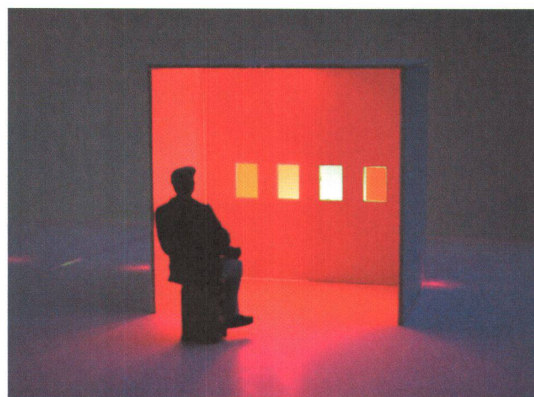


4



→ «Es ergibt keinen Sinn, über eine Farbe zu sprechen, die von farbigem Licht ausgeht, ohne über das Material zu sprechen, das es beleuchtet, und den visuellen Kontext, in dem es gesehen wird», sagt der amerikanische Künstler James Turrell. Seine Installationen verknüpfen Licht und Farbe zu einer unzertrennlichen Einheit. Verändert sich die Lichtsituation oder das Farbmateriale auch nur minimal, entstehen andere Farbempfindungen. Um die Art solcher Farbverschiebungen zu erfassen, müssen sie sowohl visuell beurteilt werden als auch messbar sein.

Ziel war es, eine Messanlage zu bauen, in der kalibriertes Licht derart auf eine genau definierte Oberfläche trifft, dass das Ablicht mit speziellen Sensoren gemessen werden kann. Das ergibt rechnerisch vergleichbare Werte. Eine solche Anlage konnte nur in einem fortlaufenden Entwurfs-



prozess entwickelt werden. Das Forschungsteam skizzierte, diskutierte, baute Modelle aus Karton und aus Holz, setzte Oberflächenfarben und -beschichtungen ein und experimentierte mit unterschiedlichen LEDs und anderen Leuchtmitteln. Es testete die Anlagen, verwarf sie, baute sie neu, zeigte sie Experten, baute sie um und entschloss sich schliesslich zur Konstruktion des «LED-ColourCase». In dieser Messanlage, einer Art Farbbemusterungskabine, kann man Oberflächenfarben unter verschiedenen Lichtquellen vergleichen und messtechnisch erfassen.

## Farbbemusterungen

Farbproben in Form pigmentierter Farben auf weissem Papier und pulverbeschichteten Blechen wurden im Spektralphotometer farbmessungsmässig bestimmt, mithilfe eines Spektrometers durch ihre Remissionskurven charakterisiert und unter den Lichtquellen visuell verglichen und beurteilt. Die Auswahl der Farbtöne orientierte sich an den Produkten der Wirtschaftspartner und folgenden Kriterien:

— Referenz auf ein für die Zielgruppen (Designer, Architekten etc.) bekanntes Farbsystem. Dazu bietet sich im EU-Raum das NCS-System an, das für die IGP-Farben angewendet wurde. Die Pigmentfarben der Firma kt.COLOR wurden mit dem NCS-System in Annäherungswerten erfasst.

— Beschränkung auf sechs chromatische (bunte) und drei achromatische (unbunte) Farbtöne. Gewählt wurden je ein Farbton aus den Bereichen Gelb und Grün, je eine kalte und warme Variante aus den Bereichen Rot und Blau. Als unbunte Farbtöne kamen je ein Farbton aus den Bereichen Weiss, Mittelgrau und Schwarz in Frage.

Ein Schlussbericht, der ab Beginn 2009 auf der Website des Colorlight-Centers bereitsteht, stellt die Ergebnisse vor. Zusammenfassend bleibt zu sagen, dass die auftretenden Farbverschiebungen grosse Unterschiede zwischen den

verschiedenen Lichtquellen zeigen, obwohl diese alle auf die gleichen Helligkeits- und Farbtemperaturwerte justiert wurden. Diese Unterschiede treten sowohl in den farbmessungsmässigen wie auch in den visuellen Vergleichen je nach Farbton unterschiedlich stark in Erscheinung. Gegenüber klassischen Licht-Test-Boxen konnten auch Farbverschiebungen unter LED-Licht untersucht werden.

Besonders schwierig war es, Farben zu beschreiben, die durch die Kombination eines materiellen Farbtons und einer farbigen LED-Beleuchtung entstehen. Dabei ergibt sich eine Intensität der Sättigung, die mit keinem der bekannten Malfarbensysteme erfasst werden kann. Solche Wirkungen werden in der Ausstellung «LED – Licht und Farbe inszenieren» physisch erfahrbar.

Weiter haben die Untersuchungen gezeigt, dass man die Veränderungen der Farben auch rein rechnerisch vorhersagen kann. Verlockend ist dabei ein Modell, das vor allem zur Simulation am Bildschirm verwendet und damit in existierende Entwurfs- und Simulationswerkzeuge integriert werden könnte. Doch die tatsächliche Wirkung der Farben in komplexen Mischlichtsituationen kann bisher durch ein bildschirmbasiertes Verfahren noch nicht wirklichkeitsnah abgebildet werden.

## Die wichtigsten Ergebnisse

Die Messungen mit sieben unterschiedlichen Lichtquellen und neun Farbmustern im LED-ColourCase ergaben zuweilen deutliche und unerwartete Farbverschiebungen. Die Wirtschaftspartner werden sich fragen, wie sie Designer, Innenarchitekten und Architekten zukünftig besser beraten können und ob sie ihre Farbzuweisungen an die zunehmenden LED-Anwendungen anpassen müssen.

Die Resultate deuten die vielfältigen Möglichkeiten an, wenn dynamisches LED-Licht und farbige Oberflächen kombiniert werden. Die raumfüllenden Exponate der Ausstellung bieten nicht nur den beteiligten Wirtschaftspartnern eine Grundlage, um ihre Produkte zu optimieren. Sie ermöglichen allen Interessierten, Wirkungen spielerisch zu analysieren und in Experimenten nachzuprüfen.

Die Untersuchungen haben schliesslich gezeigt, dass in der entwerferischen Praxis Modelle sowie Farb-Licht-Tests vor Ort unerlässlich sind. Ideal wäre, wenn diese aufwendigen Arbeitsabläufe mit einem Farb-Licht-Testgerät optimiert werden könnten. Die Forschungsergebnisse liefern die Grundlagen, ein solches Entwurfswerkzeug zu entwickeln. Und so ist neben der fruchtbaren Zusammenarbeit mit den Partnern aus der Wirtschaft eines der wichtigsten Ziele praxisorientierter Designforschung erreicht: die Verbesserung der gestalterischen Praxis. •

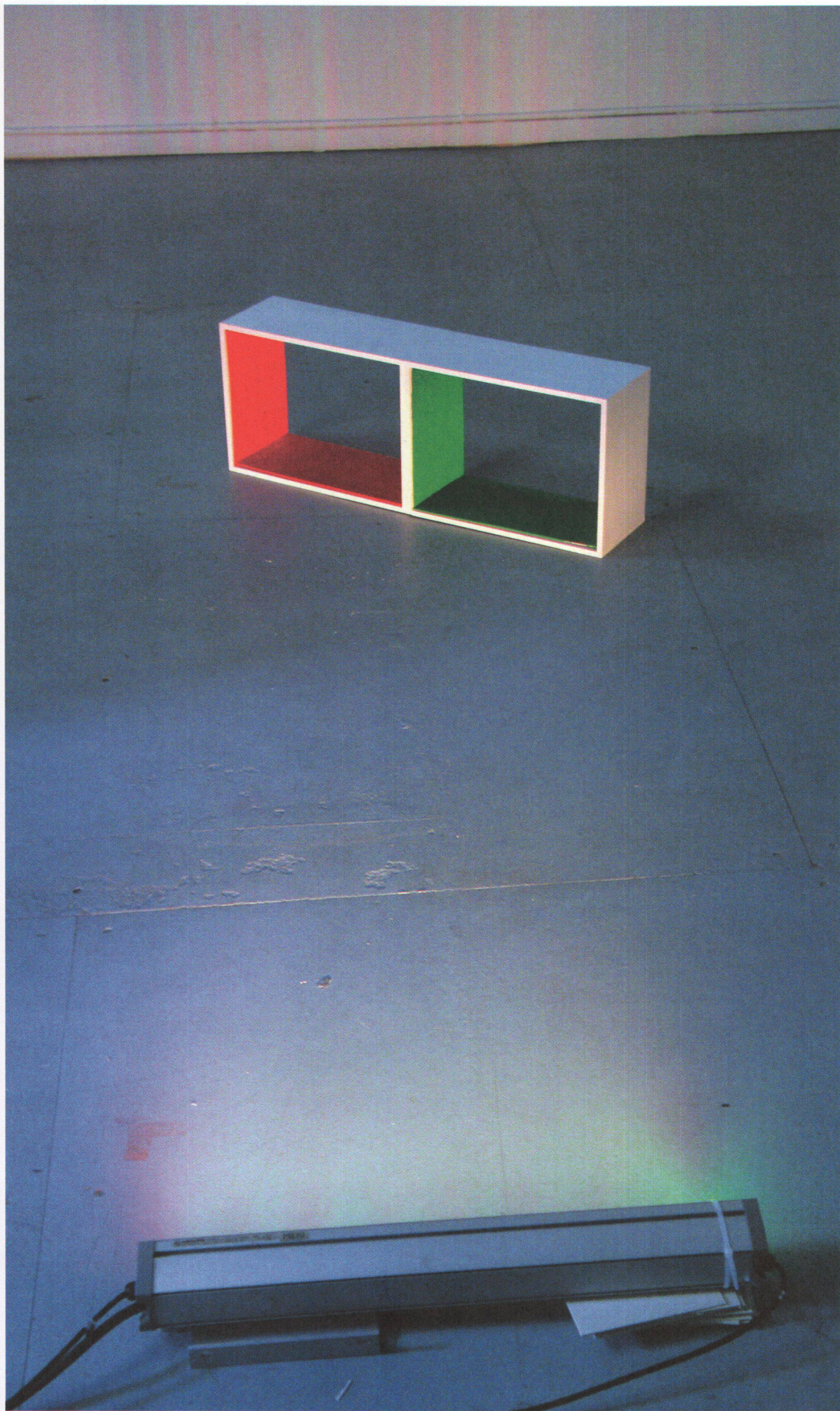
**1 Mit Modellen aus Kartonboxen und anderen Materialien näherten sich die Forscher Schritt für Schritt der Konstruktion der Laboreinrichtung.** Foto: Forschungsprojekt

**2 Räume und Raumwirkungen lassen sich in mannigfaltiger Weise kreieren. Wichtig dabei ist es, viele brauchbare Varianten zu realisieren.** Foto: Forschungsprojekt

→ Seiten 12-13 **Vor der raumgreifenden Installation kommen die Versuche im Modell. Zuerst werden die Konstruktion und die Farben für Vorder- und Rückseite bestimmt.**

→ Seiten 14-15 **In den folgenden Schritten werden die LED-Kompositionen und die Farbwirkungen von den Forschern aufeinander abgestimmt.**





2

## Literatur

- > Ulrich Bachmann, Farben zwischen Licht und Dunkelheit, Verlag Niggli, Sulgen/Zürich, 2006
- > Amelie König, Farbe und Licht. Die Auswirkungen von konventionellen Lichtquellen und LED-Licht auf pigmentierte Oberflächenbeschichtungen. Diplomarbeit im Studiengang Chemieingenieurwesen/Farbelack-Umwelt, Hochschule Esslingen, Deutschland, 2008.
- > James Turrell, Colour between Art and Science, Oslo International Colour Conference, 1998, S. 98.
- > Ludwig Wittgenstein, Werkausgabe Suhrkamp, Frankfurt am Main, 1984, Band 8, Abschnitt 196, S. 82.

## Zusammenarbeit mit Instituten

Institut für Design und Technologie mit dem Farb-Licht-Zentrum der ZHdK:

- > Das Institut idt ist ein multidisziplinäres Forschungs- und Entwicklungsinstitut. Es bietet Postgraduierten-Programme und forscht an unterschiedlichen Schnittstellen zu technologischen Entwicklungen in unterschiedlichen Bereichen.
- > Leiter Prof. Dr. Gerhard Blechinger  
<http://idt.zhdK.ch>
- > Einer der Schwerpunkte des idt ist im Farb-Licht-Zentrum organisiert und orientiert sich am Zusammenhang von Farbe und Licht.
- > Leiter: Prof. Ulrich Bachmann  
[www.colourlight-center.ch](http://www.colourlight-center.ch)

Institute for Art Education/Institut ästhetische Bildung und Vermittlung/IAE der ZHdK:

- > Die Frage, wie die Künste in der Gesellschaft vermittelt werden, stellt sich sowohl in der Forschung als auch in der Lehre. Ausstellen, Schreiben oder Sprechen über Kunst stellen daher zentrale Aspekte der Vermittlung dar. In der Zusammenarbeit unter den Künsten und in der Kooperation mit angrenzenden Wissenschaften forscht das Zentrum trans- und interdisziplinär.
- > Leitung: Prof. Carmen Mörsch

## Team Forschungsprojekt LED-ColourLab

- > Leitung: Prof. Ulrich Bachmann;  
Stellvertretung: Ralf Michel
- > Wissenschaftliche Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen: Florian Bachmann, Martin Bölsterli, Boris Hitz, Amelie König, Andreas Kohli, Valentin Spiess, Matthias Ulrich















