

Masterseminar Technologie:

# Analoge Interaktionen

Without electricity.



Ke, Yuhang  
Produktdesign  
MA, 1. Semester

Prof. Holger Neumann

Masterseminar Technologie  
Wintersemester 2020/2021  
Design Fakultät, UdK, Berlin



1

### Die analogen Interaktionen, die wir übersehen.

2015 habe ich mit meinem besten Freund Lu eine Armbanduhr entworfen. Wir würden das Holz und die Uhr kombinieren, aber keine passende Weise gefunden. Durch Zufall haben ich eine chinesische traditionale Geschichte gelernt, dass man das Holz ernähren kann. d.h. wenn man oft ein Stück Holz berührt und spielt, werden die Oberfläche des Holzes immer glatter mit Glanz. Wie ein chinesisches traditionales Sprichwort sagt: Menschen züchten Holz, Holz zieht Menschen eben auf. Menschen verwenden Möbel, sowie das Holz mit Hände zu versorgen und glänzender zu machen. Holz meldet sich an der Menschen die Spiritualität des Holzes.

1

Armbanduhr  
von Yunjan Design Studio



2

Der zweite Fall ist die Emaille-Tasse. Durch eine lange Zeit von Verwendung wird die Oberfläche des Emailbechers aufgrund von zufälligen Stöße im Alltag beschädigt. In unserem täglichen Leben stellen wir eine Verbindung mit allen ordinären Gegenständen her, indem wir sie benutzen, und obwohl diese Verbindung nicht sichtbar ist, gibt es subtile Veränderungen, die mit der Zeit an den Gegenständen auftreten. Diese Veränderung kann als ein Phänomen der Interaktion zwischen dem Objekt und der Mensch gesehen werden. In diesem Masterseminar werden einige interaktive Materialien untersucht, um die Interaktion zwischen Mensch und Objekt besser sichtbar zu machen.

2

Emaille Tasse

## Interaktive Materialien

### Thermochromisches Pigment



1

### Thermochromisches Pigment

Thermochromes Pigment ist ein Rohstoff in Pulverform für Farbe. Wenn sich die Umgebungstemperatur ändert, ändert sich die Farbe des Mischgutes. Im Allgemeinen handelt es sich bei dieser Farbwechselreaktion um eine Umwandlung zwischen farbig und transparent. Das gängigere Thermochromische Pigment, das derzeit im farblichen Zustand erhältlich ist, hat eine Vielfalt von etwa 10 bis 12 Farben. Dies sind alle Farben mit relativ hoher Lebendigkeit, Sättigung und Helligkeit.



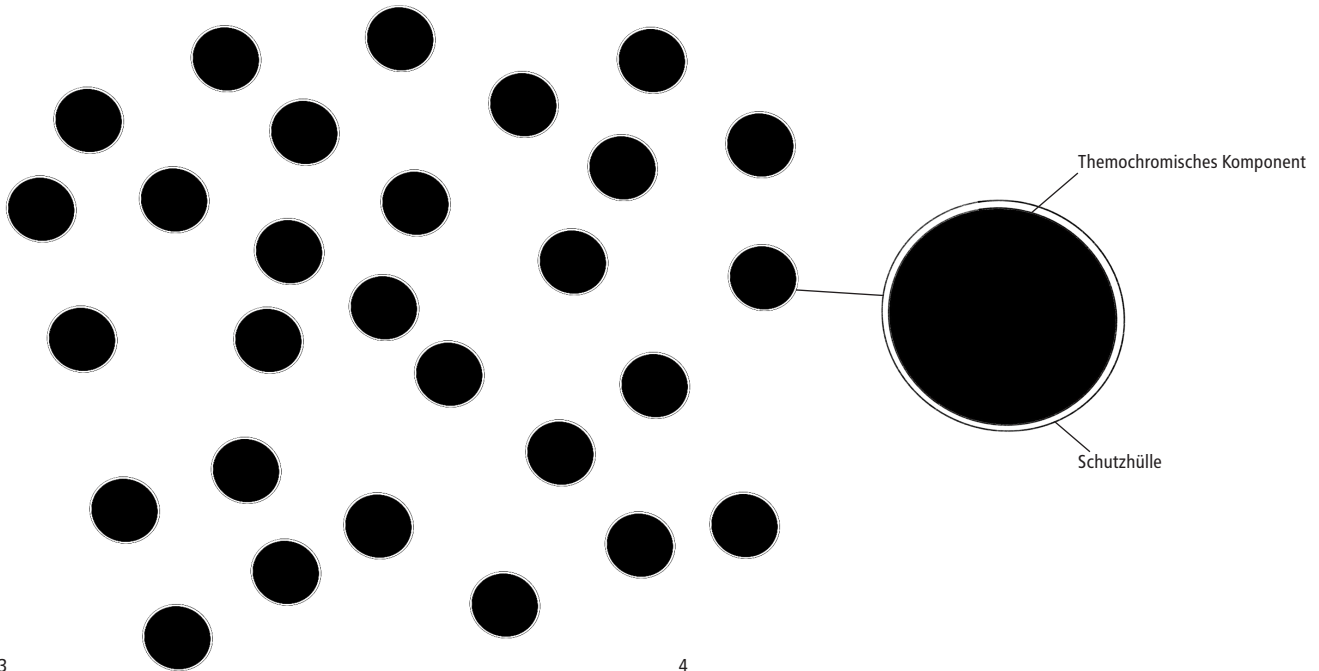
2

1  
Thermochromisches Pigment  
(blau, rot, gelb, schwarz)

2  
SFXC ist ein in Großbritannien Unternehmen, das interaktive Beschichtungsmaterialien herstellt. Die in diesem Masterseminar untersuchten und verwendeten interaktiven Materialien sind vom SFXC, Inc.

## Prinzip

Pigment aus Mikrokapselform



4

### Mikroverkapselung

Thermochromes Pigment wird aus elektronenübertragenden organischen Komponenten hergestellt. Elektronenübertragende organische Komponenten sind eine Kategorie von organischen farbemittierenden Systemen mit einer speziellen chemischen Struktur. Die molekulare Struktur der organischen Komponente verändert sich durch den Elektronentransfer bei einer bestimmten Temperatur, was zu einem Farbwechsel führt. Die Partikel dieses Pigments sind kugelförmig und haben einen durchschnittlichen Durchmesser von 2-7 Mikrometern (ein Mikrometer entspricht einem Tausendstel Millimeter). Der innere Teil ist die farbverändernde Komponente und der äußere Teil ist eine etwa 0,2 bis 0,5 Mikrometer dicke, transparente Hülle, die weder löslich ist noch schmilzt und die farbverändernde Komponente vor anderen Chemikalien schützt. Es ist daher sehr wichtig, eine Beschädigung dieses Gehäuses während des Gebrauchs zu vermeiden.

3

3


Mikroskopische Darstellung vom Thermochromen Pigment.

4

Einzelne organische Komponente (Durchmesser 2-7 Mikrometern) mit 0,2 bis 0,5 Mikrometer dicke, transparente Hülle

# Vorbereitung zum Test

## Unterweisung über thermochromisches Pigment



### Thermochromic Free Flowing Powder Technical Data

**Description**  
SFXC Thermochromic Powders are thermochromic micro capsules in a powder pigment form. They have been specially designed for use in non aqueous based ink systems although their use is not limited to this. They can be used to formulate non aqueous based flexographic, UV, Screen, Offset, Gravure and Epoxy ink formulations (for aqueous applications we would recommend using Thermochromic slurries). SFXC Thermochromic Powders are colored below a specific temperature, and change to colorless or to another, lighter color as they are heated through the temperature range. These pigments are available in various colors and activation temperatures.

Standard activation temperatures	15°C, 31°C and 47°C.
Special activation temperatures	-10°C to 69°C.

The activation temperature is defined as the temperature above which the pigment has almost achieved its final clear or light color end point. The color starts to fade at approximately 4°C below the activation temperature and will be in between colors within the activation temperature range. The color change is "reversible," i.e., the original color will be restored upon cooling.

Standard colors	Black, Blue, Magenta, Green, Orange and Red.
Special custom colors	Purple, Brown and Turquoise.

**Special Care and Storage / Handling Instructions**  
SFXC Thermochromic Powders are more sensitive to the influences of solvents, UV light, pH, Shear and temperature than many other types of pigment (see sensitivity). It should be noted that there are differences in performance of the various colors so that each should be thoroughly tested before commercial application.  
SFXC Thermochromic Powders have excellent stability when stored away from heat. Store below 25°C. Do not allow to freeze as this will damage the thermochromic capsules. A shelf life of 12 months is guaranteed provided that the material is stored in a cool and dark environment and kept in a tightly sealed container. Long term exposure to UV light or elevated temperature can cause loss of thermochromic function. Storage longer than twelve months is not recommended. Please consult product MSDS prior to use.

1 Dem von SFXC zur Verfügung gestellten technischen Datenblatt für Thermochromisches Pigment ist zu entnehmen, dass während des Herstellungsprozesses von Thermochromischem Pigment unterschiedliche Reaktionstemperaturen eingestellt werden können. Wenn die Temperatur eine voreingestellte Temperatur erreicht, wechselt das Thermochromische Pigment von farbig zu transparent. Wenn die Temperatur wieder gesenkt wird, ändert sich die Farbe des Thermochromischen Pigments von transparent zu originale Farbe. Wenn Thermochromisches Pigment zu lange Temperaturen über 50°C ausgesetzt wird, kann es sein, dass es nicht mehr seine ursprüngliche Farbe annimmt. Hochgeschwindigkeitsmischer (physikalische

1 Thermochromes Pigment  
Technisches Datenblatt

### TECHNICAL DETAILS

Solids	98% +/-2%
Particle Size	97% <6µm
Light Fastness (blue wool scale)	1 - 2
Shelf Life	12 months

### SENSITIVITY

SFXC THERMOCHROMIC microcapsules are sensitive to adverse environmental conditions. These are listed below, along with a description of the nature of the sensitivity, and recommendations with regards to them.

**MIXING:**  
SFXC Thermochromic Powders can withstand most standard mixing procedures. Some shear is necessary as the microcapsules agglomerate when in powder form. To re-disperse we recommend the use of a three-roll mill. If too much shear energy is used (e.g. bead mills) then the micro capsules can be crushed and the thermochromic function destroyed.

**LIGHT:**  
Long term exposure to UV and some fluorescent lights can degrade color intensity. Extreme exposure of more than several days of direct sunlight may degrade the color of the microcapsules, though it will probably still change color. More than 600 hours of a strong fluorescent light may also cause a loss of color in the thermochromic.

**HEAT:**  
Extended exposure to high temperatures of 50°C or higher can degrade the pigment. With heat the exposure only has an effect if a given temperature is constantly maintained for a given amount of time. Thermochromic microcapsules can survive temperatures >200°C however they can only be exposed to these temperatures for a very short periods of time (<10 seconds).

**CHEMICALS:**  
SFXC Thermochromic powder can be incorporated into many types of non aqueous and UV curing formulations, however, thermochromic materials are sensitive to chemical exposure. Care must be taken to avoid the use of polar solvents such as alcohols, acetates etc. as these can damage the micro capsule walls.

ALL APPLICATIONS USING COLOR-CHANGING PIGMENTS AND INK OF ANY KIND SHOULD BE THOROUGHLY TESTED PRIOR TO APPROVAL FOR PRODUCTION.

Information in this Product Data Sheet is compiled from our general experience and data obtained from various industrial publications. While we believe that the information provided herein is accurate at the date hereof, no responsibility for its completeness or accuracy can be assumed. Tests are carried out under controlled laboratory conditions. Information is given in good faith, but without commitment as conditions vary at every site. The information is provided solely for consideration, investigation and modification by the user. We do not except any liability for any loss, damage or injury resulting there from except as required by law. Please refer to the SFXC Material Safety Data Sheet before using products to ensure safe handling.

2 Beschädigung der Bauschutzhüllen) und ätzende chemische Stoffe (chemische Beschädigung der Bauschutzhüllen) sollten bei der Verwendung vermieden werden. Aufgrund der Schutzhülle kann Thermochromisches Pigment mit vielen gängigen Bindemitteln gemischt werden, um unterschiedlichen Anforderungen gerecht zu werden.

3 Anweisung zur Sicherheit über thermochromes Pigment im technischen Datenblatt

### Description

SFXC ThermoChromic Powders are **thermoChromic micro capsules** in a powder pigment form. They have been specially designed for use in non aqueous based ink systems although their use is not limited to this. They can be used to formulate non aqueous based flexographic, UV, Screen, Offset, Gravure and Epoxy Ink formulations (for aqueous applications we would recommend using ThermoChromic slurries). 'SFXC ThermoChromic Powders' are colored below a specific temperature, and change to colorless or to another, lighter color as they are heated through the temperature range. These pigments are available in various colors and activation temperatures.

<b>Standard activation temperatures</b>	15°C, 31°C and 47°C.
<b>Special activation temperatures</b>	-10°C to 69°C.

The activation temperature is defined as the temperature above which the pigment has almost achieved its final clear or light color end point. The color starts to fade at approximately 4°C below the activation temperature and will be in between colors within the activation temperature range. **The color change is "reversible," i.e., the original color will be restored upon cooling.**

<b>Standard colors</b>	Black, Blue, Magenta, Green, Orange and Red.
<b>Special custom colors</b>	Purple, Brown and Turquoise.

2

regards to them.

#### MIXING:

SFXC ThermoChromic Powders can withstand most standard mixing procedures. Some shear is necessary as the microcapsules agglomerate when in powder form. To re-disperse we recommend the use of a three-roll mill. If too much shear energy is used (e.g. bead mills) then the micro capsules **can be crushed and the thermoChromic function destroyed.**

#### LIGHT:

**Long term exposure to UV and some fluorescent lights can degrade color intensity.** Extreme exposure of more than several days of direct sunlight may degrade the color of the microcapsules, though it will probably still change color. More than 600 hours of a strong fluorescent light may also cause a loss of color in the thermoChromic.

#### HEAT:

**Extended exposure to high temperatures of 50°C or higher can degrade the pigment.** With heat the exposure only has an effect if a given temperature is constantly maintained for a given amount of time. ThermoChromic microcapsules can survive temperatures >200°C however they can only be exposed to these temperatures for a very short periods of time (<10 seconds).

#### CHEMICALS:

**SFXC ThermoChromic powder can be incorporated into many types of non aqueous and UV curing formulations, however, thermoChromic materials are sensitive to chemical exposure.** Care must be taken to avoid the use of polar solvents such as alcohols, acetates etc. as these can damage the micro capsule walls.

5

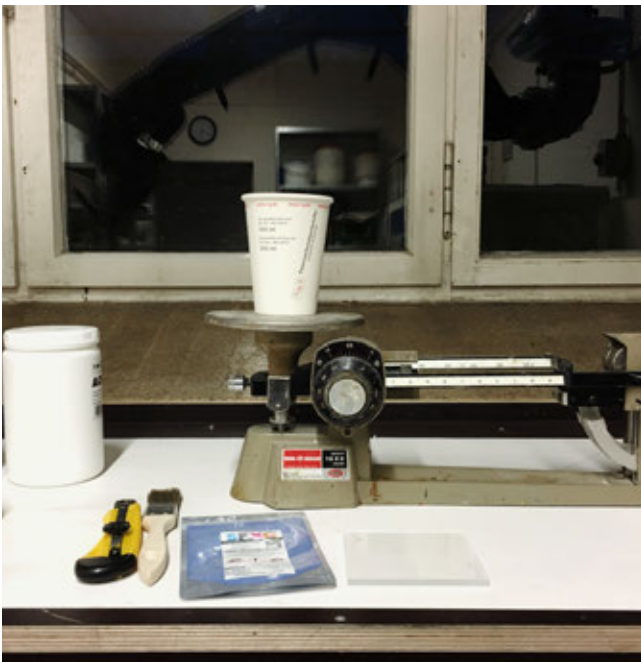
3

## Farbherstellung

Thermochromisches Pigment

### Mit Malmittel

#### 1. Versuchsreihe mit Acrylbinder



1

Thermochromes Pigment ist ein Farbpigment, das als Rohstoff zur Herstellung von Farben verwendet werden kann. Im Allgemeinen besteht der Prozess der Farbherstellung darin, das Pigment mit dem entsprechenden Malmittel zu mischen, um eine stabile Farbe zu erhalten, die für die Weiterverwendung geeignet ist. Durch Mischen von Thermochromischem Pigment und Malmittel erhalten wir eine Farbe, die auf die Oberfläche des Objekts aufgetragen wird, um die Leistung von Thermochromischem Pigment unter verschiedenen Temperaturbedingungen zu testen. Im Folgenden wurden alle Versuche und Tests auf einem 10cmx10cm klaren, glatten Acrylglas durchgeführt.

1

Genaue analoge Waage zum Verwiegen von Thermochromischem Pigment und Acrylbinder.



2

2

Erste Mischung von Thermochromisches Pigment(Blau) und Acrylbinder



TP#1 Acrylglas (transparent, farblos)  
thermochromisches Pigment (Blau): 1g  
Acrylbinder: 8.8g



TP#1.2 HDF 3mm  
thermochromisches Pigment (Blau): 1g  
Acrylbinder: 8.8g

Die Mischung aus Pigment und Acrylbinder wird mit einem Pinsel direkt auf die Oberfläche des Materials aufgetragen. Nachdem es vollständig trocken war, wurde eine dünne Schicht Hochglanzlack darauf gesprüht.

7 Beim Mischen von Themochromischem Pigment und Acrylbinder wurden mehrere Eigenschaften von Themochromischem Pigment entdeckt. Der erste Punkt ist, dass das Pigment nach dem Zusammenreffen mit dem Acrylbinder zu verklumpen scheint, und eine ausreichende homogene Durchmischung ist sehr wichtig. Der zweite Punkt ist, dass es sich bei der Vermischung von Pigment und Malmittel nicht um eine chemische Auflösung, sondern um eine physikalische Ver-

schmelzung zwischen großen und kleinen Molekülen handelt, und dass sich alle Mischungen nach längerer Ruhezeit entmischen. Der dritte Punkt ist, dass es keinen festen Wert für das Mischungsverhältnis von Pigment und Acrylbinder gibt. Das bedeutet, dass die beiden in einem beliebigen Verhältnis gemischt werden können, was sich jedoch auf die Wirksamkeit der Anwendung von Pigment auswirkt.



## Experiment Teil 1

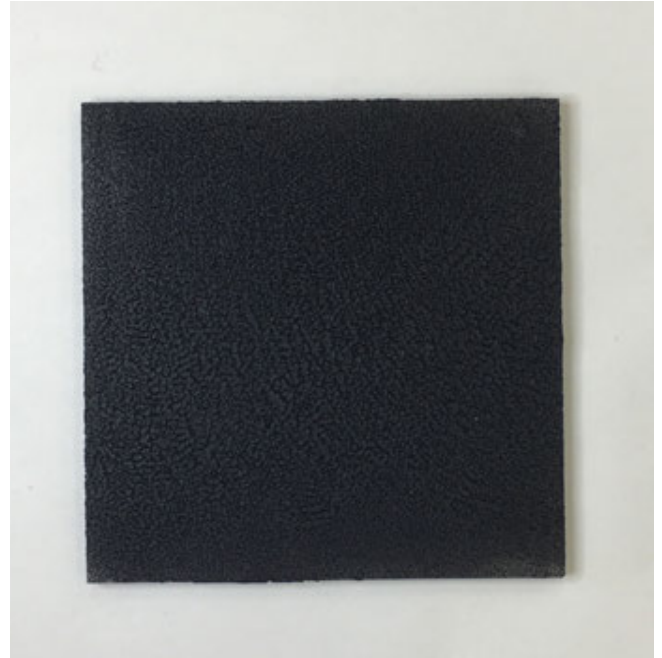
Bindermittel + Verdünnungsmittel



TP#2

thermochromisches Pigment (schwarz): 1g

Acrylbinder: 5g

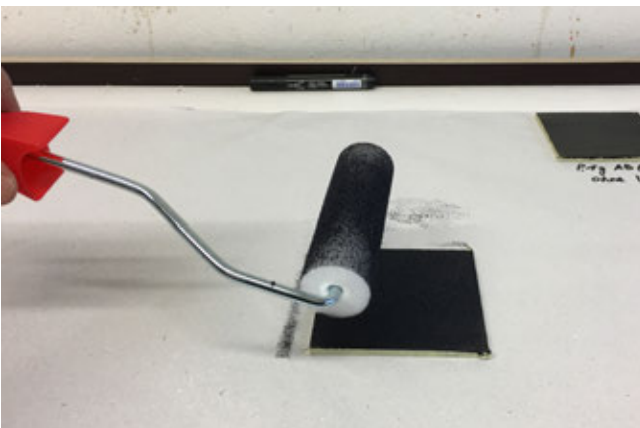


TP#3

thermochromisches Pigment (schwarz): 1g

Acrylbinder: 4g

Verdünnung: 2g



1

Anwendung des Thermochromischen Pigments mit Farberoller

Im Experiment Teil1 wird der Einsatz von Themochromischem Pigment von Pinsel auf Farberoller umgestellt, um eine flachere Oberflächenstruktur des Materials zu erreichen. Da die Konsistenz der Mischung einen sehr wichtigen Einfluss auf die Verwendung dieser Farbe hat, sollte die Auswirkung der Verwendung unterschiedlicher Konsistenzen der Mischung im Verlauf des Experiments getestet werden. Das Mischungsverhältnis zwischen Verbindungs- und Verdünnungsmittel wird bei diesem Farbherstellungsprozess getestet. Im Experiment Teil 1 zeigt sich, dass nach ausreichender Durchmischung das Themochromische Pigment und die verschiedenen Bindemittel (Acrylbinder, Siebdruckbinder) unterschiedliche physikalische



TP#4

thermochromisches Pigment (schwarz): 1g  
 Siebdruckbinder: 4g



TP#5

thermochromisches Pigment (schwarz): 1g  
 Siebdruckbinder: 4g  
 Verdünnung: 2g

9

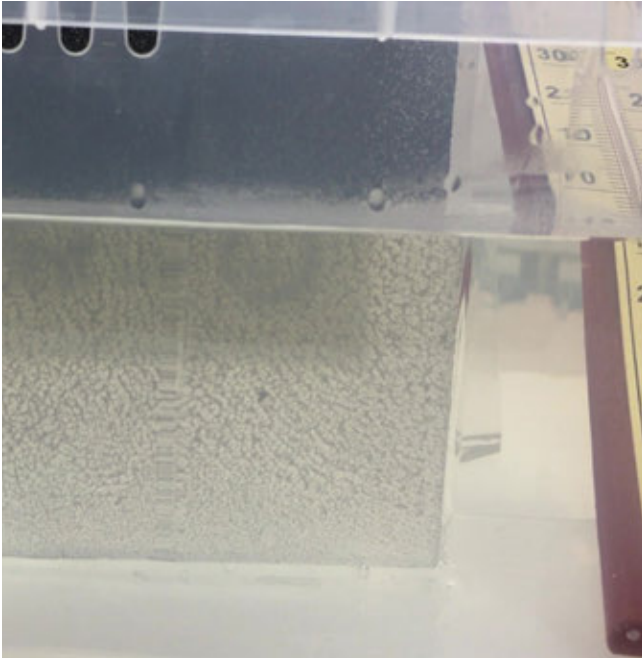
Eigenschaften aufweisen. die Mischung aus Acrylbinder hat eine höhere Viskosität, die Mischung von Siebdruckbinder ist flüssiger. Das bedeutet, dass die Auswahl der Bindermittel für die Verwendung von Thermochromischem Pigment an die verschiedenen Applikationsmethoden und Werkzeuge angepasst werden muss. Durch die Zugabe von Verdünnungsmittel hat die Mischung zwar einen besseren Verlauf, aber die Oberfläche, die mit dem gleichen Thermochromischen Pigment bedeckt werden kann, wird durch die Erhöhung der Gesamtmenge der Mischung größer. Um die gleiche Farbdicke beizubehalten, muss dann durch die Zugabe von Verdünnungsmittel die Auftragsdicke erhöht werden.



TP#2

TP#3

**Experiment Teil 1**  
Thermochromische Effekt Test(31°C)

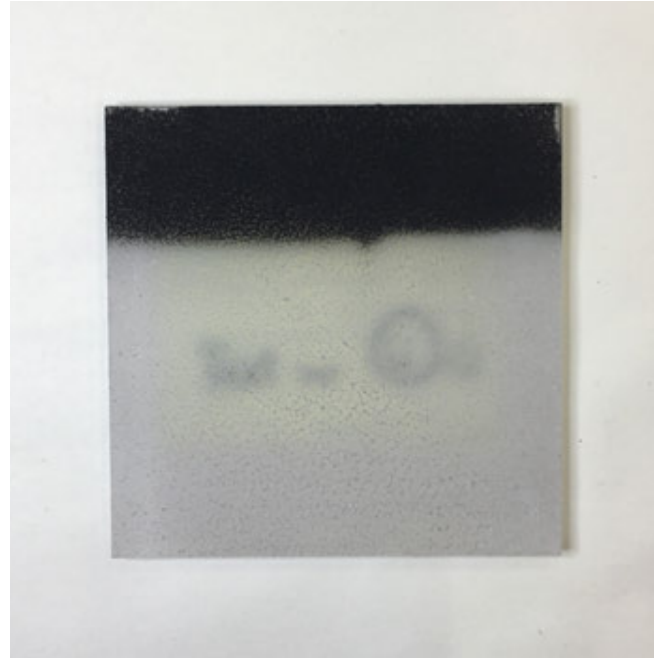


1

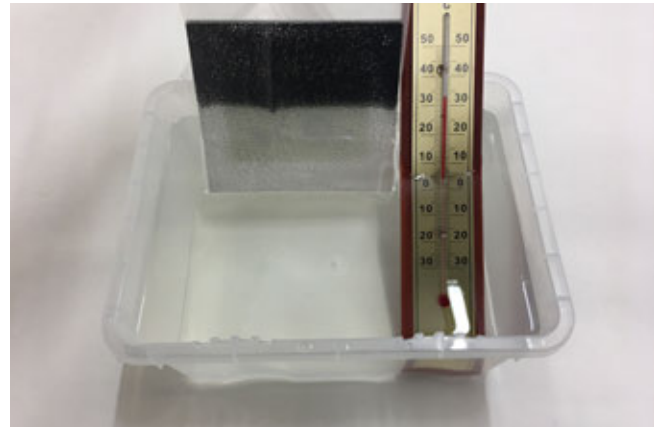
Um die Farbveränderung von Themochromisches Pigment bei Temperaturänderungen besser testen zu können, wird mit Themochromisches Pigment beschichtetes Acryglas bei 31°C in Wasserbad gelegt, da Wasserbad eine gleichmäßige Wärmeabgabe an das Material ermöglicht. Im Experiment Teil 1 wurde auch die Rückseite des Acryglases mit bemaltem Papier beklebt, um zu testen, wie transparent die Farbe des Themochromischen Pigments nach der Aktivierung ist. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass die Reaktion des Themochromischen Materials sehr deutlich und schnell war. Die Abgrenzung zwischen denjenigen, die Wasserbad betreten und denjenigen, die Wasserbad nicht betreten, auf demselben Stück Acryglas ist sehr deutlich. Dies zeigt, dass das Farbwechselverhalten des Themochromisch-Materials nicht selbstdiffundierend ist.

1

Wirkung von Acryglas nach Zugabe von Wasserbad bei 31°C für 15 Sekunden.



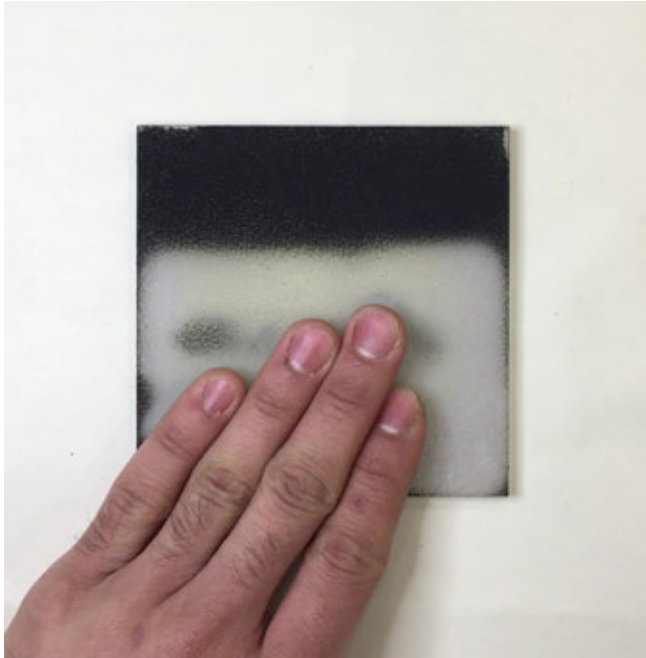
2



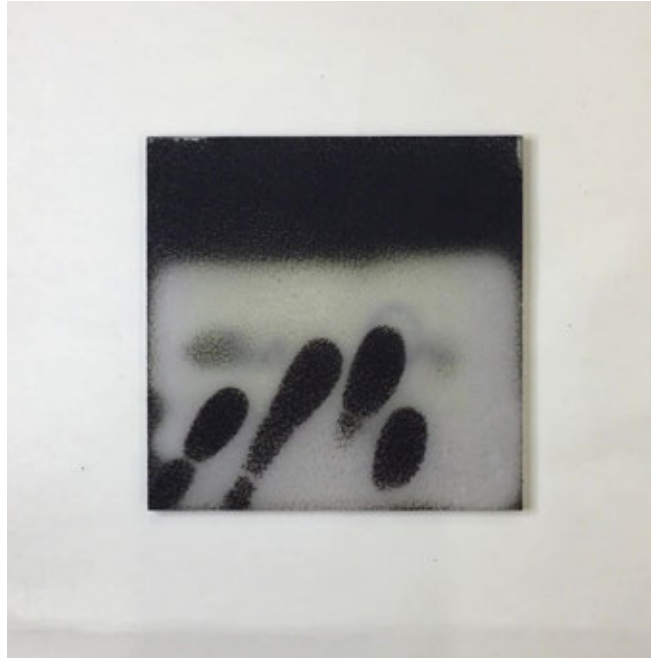
3

3

Vorbereitung zum Test: Wasserbad auf Standard aktive Temperatur 31°C



4



5

Ein interessantes und wertvolles Phänomen wurde im Experiment Teil1 entdeckt. Im aktivierten Zustand kann das Themochromische Material auf eine lokale Temperatursenkung reagieren. Das heißt, nachdem ein Teil des Materials aufgrund eines Temperaturanstiegs von schwarz zu transparent gewechselt hat, wird der berührte Teil des Materials schnell wieder schwarz, wenn etwas mit einer niedrigeren Temperatur den transparenten Teil zu diesem Zeitpunkt berührt. Wenn z.B. im obigen Bild eine etwa 15°C warme Hand das Themochromisch-Material im aktivierten Zustand berührt, erscheint ein deutlicher schwarzer Handabdruck auf der Oberfläche des Materials. Wenn die Wärme von anderen Teilen des Materials auf diesen Teil umgelenkt wird, wird der schwarze Handabdruck wieder transparent. Diese Funktionalität wird eine neue Möglichkeit für neue Echtzeit-Interaktionen zwischen Menschen und Objekten bieten.

4

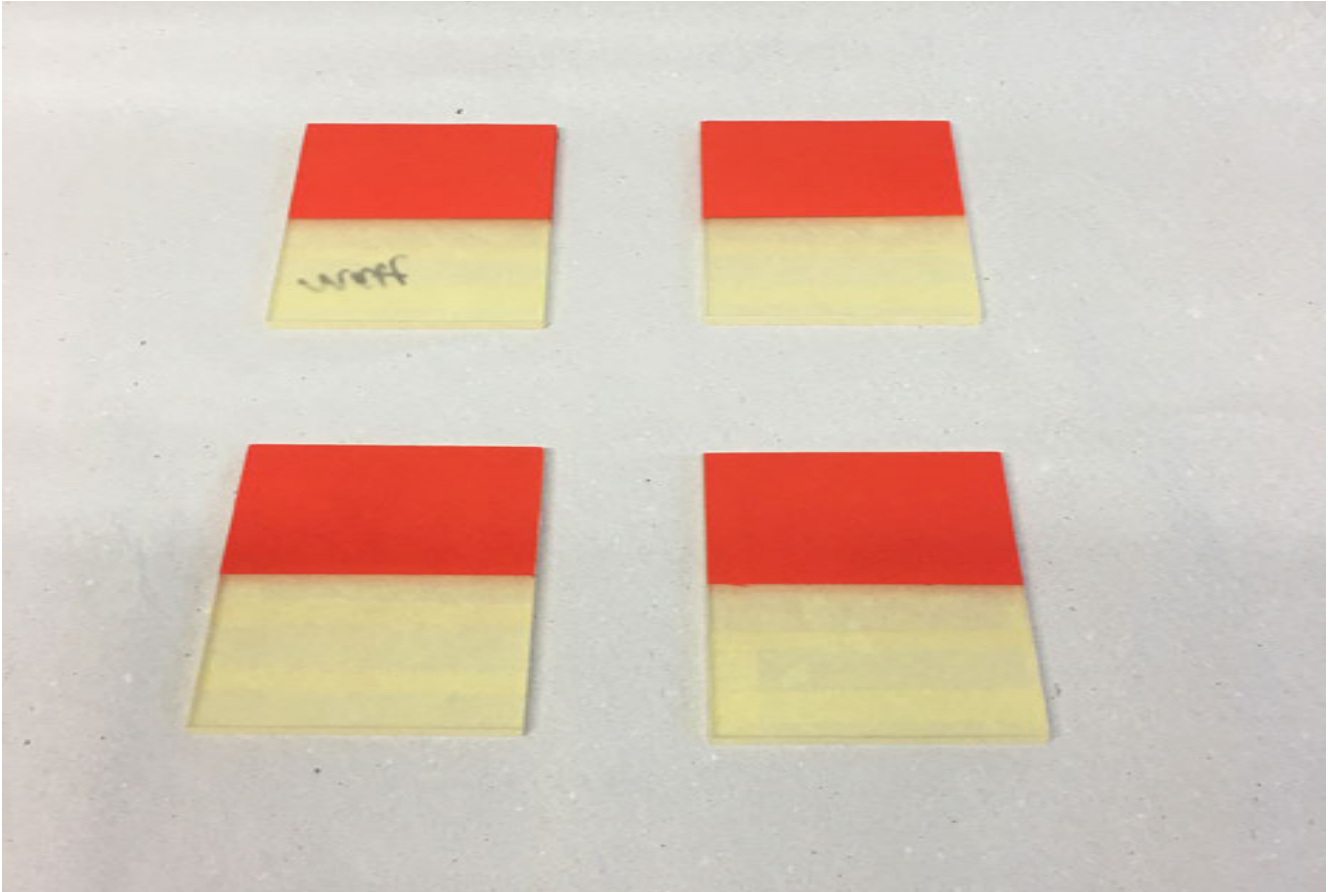
Themochromisches Material im aktivierten Zustand wird bei ca. 15°C mit der Hand berührt.

5

Das Teil, das mit einer Hand bei etwa 15°C berührt wurde, wurde so schnell wieder schwarz, dass ein Muster von Händen auf dem Material erschien.

## Experiment Teil 2

Ei Tempera Bindermittel + Acrylfarbe als Grundierung



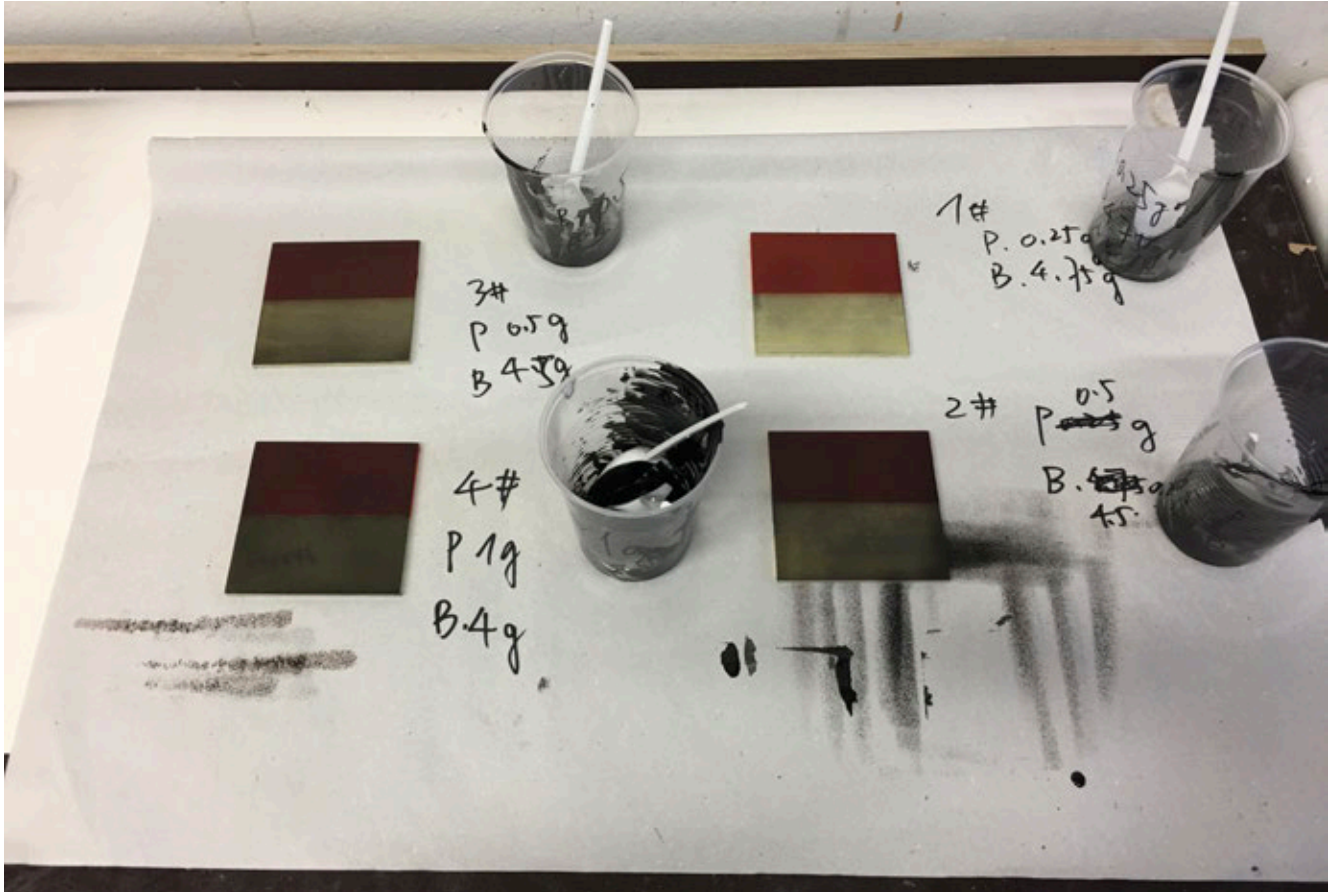
1  
Thermochromische Farben werden im Allgemeinen verwendet, um einige Informationen zu verbergen. So wird in der Regel die Schicht mit der Botschaft auf die Oberfläche des Materials gedruckt und dann die Thermochromisch-Farbe auf die Oberfläche dieser Schicht aufgetragen. Wenn sich die Temperatur ändert und die Reaktionstemperatur erreicht ist, wechselt die Thermochromisch-Farbe von farbig zu transparent, so dass die Farbschicht mit der Botschaft sichtbar wird. Im Experiment Teil2 wird die Anwendung und Funktion von Thermochromisch Farbe getestet. Auf die Oberfläche des transparenten Acrylglases wird zunächst eine Schicht Acrylfarbe aufgetragen. Anschließend wird die Thermochromisch-Farbe auf die Acrylfarbe auf-

getragen. Bei aktivierter Thermochromisch-Farbe wird die Fähigkeit getestet, die abgedeckte Acrylfarbe deutlich zu sehen.

1  
Die orangefarbene Acrylfarbe, die auf jedes Acrylglas aufgetragen wurde.

2  
Die Gesamtmenge der Mischung beträgt 5g. Das Ei Tempera Bindermittel wird mit einem Pigmentanteil von 5%, 10%, 15% und 20% gemischt.

Wenn der Pigmentgehalt 20% erreicht, wird die Mischung ein wenig dickflüssig und bedeckt die meiste Acrylfarbe.



2

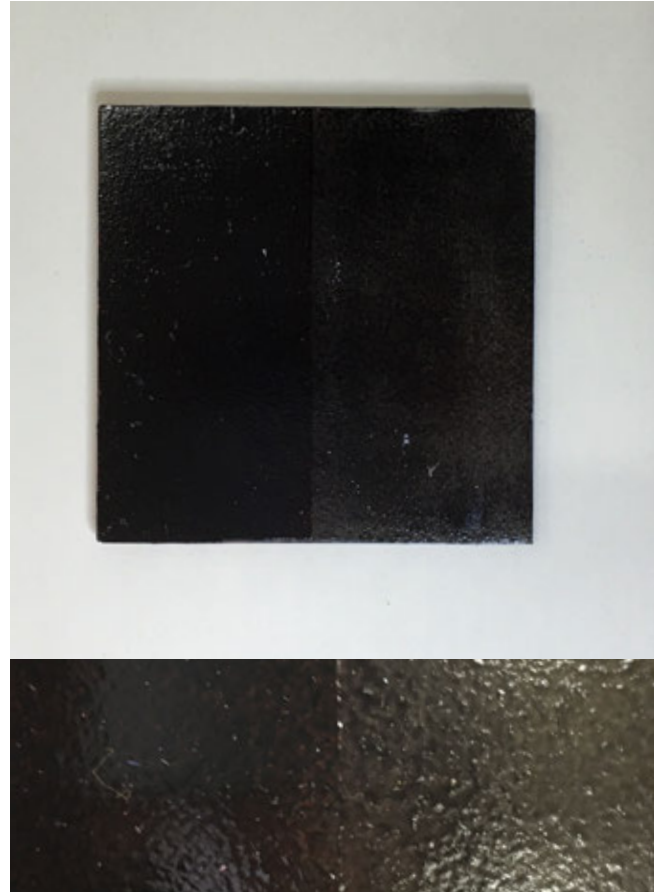
13

Zunächst wurde ein Test zu den Proportionen von Thermochromischem Pigment und Bindemittel durchgeführt. In diesem Test wurden vier verschiedene Verhältnisse der Mischung getestet. In den Versuchen #1 bis #4 wurde die Summe aus Thermochromischem Pigment und Bindemittel auf 5 g gehalten. In #1 ist deutlich zu erkennen, dass die Mischung die Acrylfarbe kaum bedeckt. 25% erreicht und Acrylfarbe ist weitgehend abgedeckt. Daraus können wir schließen, dass die Pigmente einen Prozentsatz von 25 % erreichen müssen, um die zu versteckenden Informationen weitgehend abzudecken.

**Experiment Teil 2**  
Ei Tempera Bindermittel

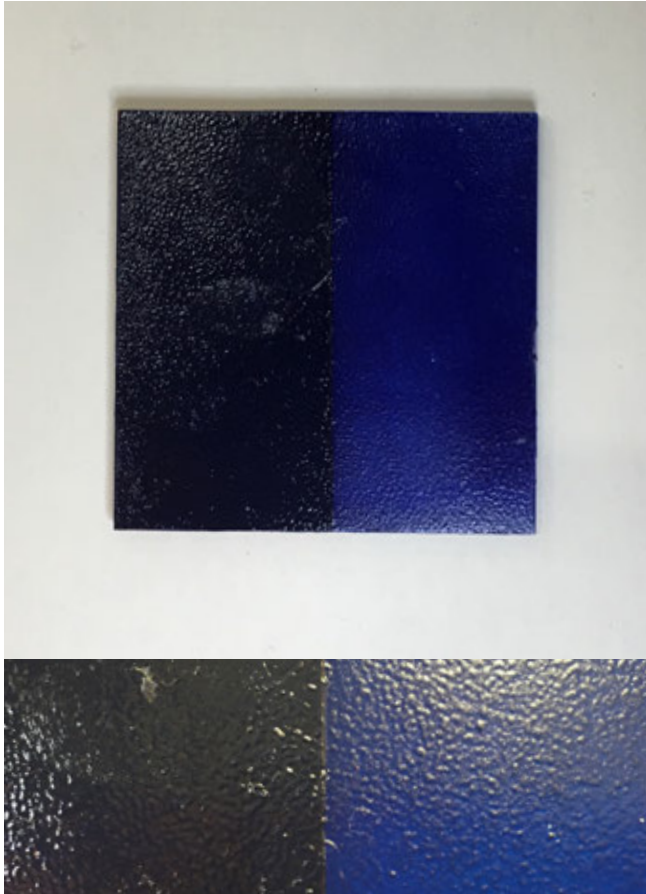


TP#7  
thermochromisches Pigment (schwarz): 1g(20%)  
Ei Tempera Bindermittel: 4g(80%)



TP#8  
thermochromisches Pigment (schwarz):3g(30%)  
Ei Tempera Bindermittel: 7g(70%)

Anschließend wurde ein Test zum Mischungsverhältnis von Themochromischem Pigment und Bindermittel durchgeführt. Bei diesem Test wurde der Prozentsatz des Themochromischen Pigments viermal von 20 % bis 40 % ausprobiert, um zu prüfen, ob sich das Deckvermögen der Mischung weiter verbessert, wenn mehr Themochromisches Pigment in die Mischung gegeben wird. Aus den Versuchsergebnissen ging hervor, dass nach Überschreiten eines Anteils von 30 % an Themochromischem Pigment das Deckvermögen der Mischung im Wesentlichen unverändert blieb und stattdessen die Viskosität der Mischung erhöht wurde.



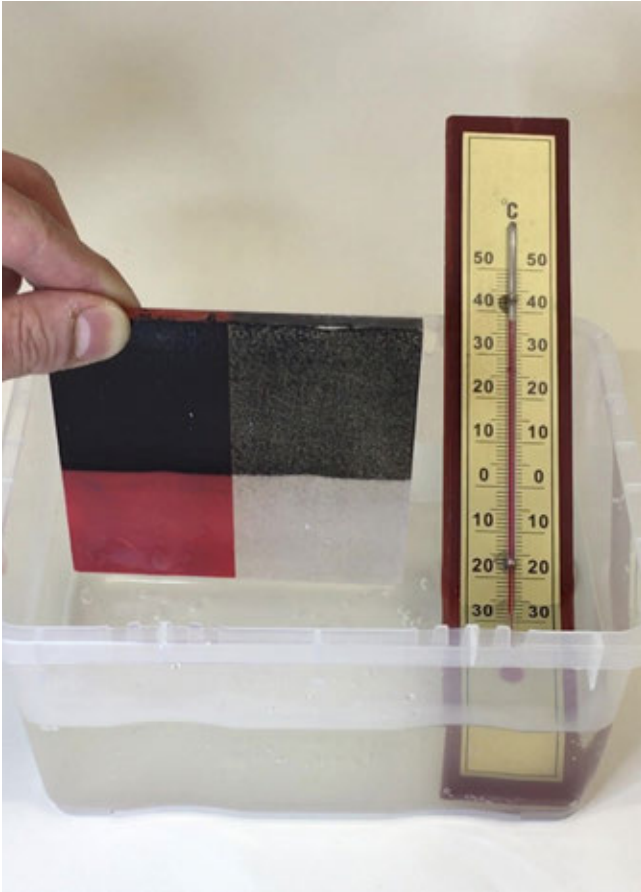
TP#9  
thermochromisches Pigment (blau): 3.5g(35%)  
Ei Tempera Bindermittel: 6.5g(65%)



TP#10  
thermochromisches Pigment (blau): 4g(40%)  
Ei Tempera Bindermittel: 6g(65%)

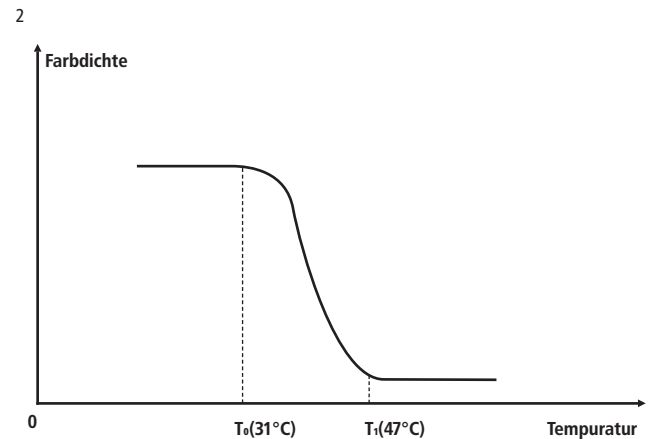
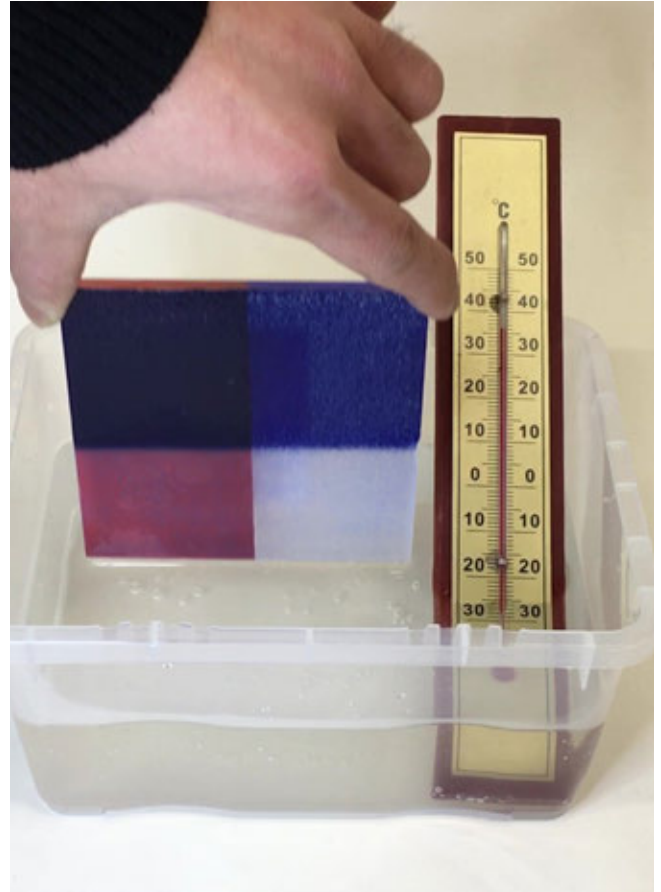


**Experiment Teil 2**  
Thermochromische Effekt Test

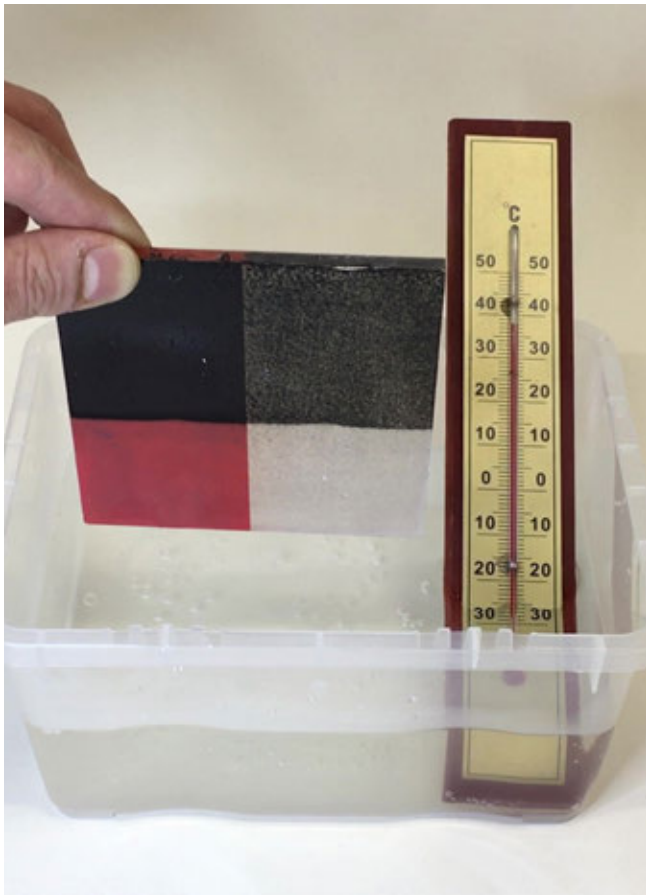


1  
Hier wird die Reaktionstemperatur von Themochromischem Pigment getestet. Nach den technischen Angaben von SXFC sollte die Reaktionstemperatur des hier verwendeten theochromischen Pigments bei 31°C liegen. Theoretisch sollte die Verfärbung beginnen, wenn die Oberflächentemperatur der Themochromischen Farbe 31°C erreicht. In diesem Test wurde die Temperatur auf 31°C, 39°C und 47°C eingestellt, um die Reaktionsgeschwindigkeit und die Reaktionseffizienz der Themochromischen Farbverfärbungsreaktion in verschiedenen Temperaturumgebungen zu testen.

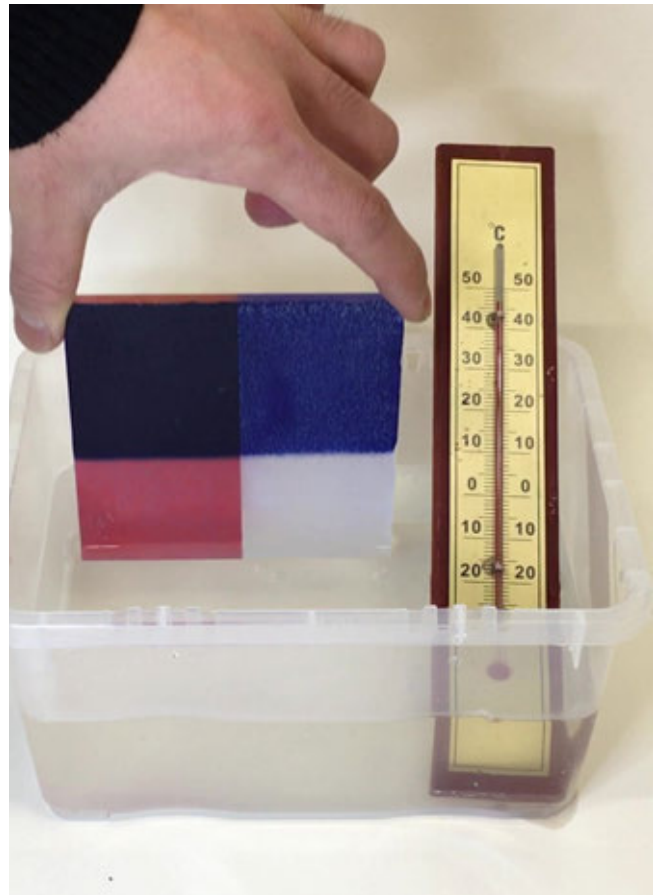
1  
**31°C Test**  
TP#8  
thermochromisches Pigment  
(schwarz):3g(30%)  
Ei Tempera Bindermittel: 7g(70%)



2  
**31°C Test**  
TP#9  
thermochromisches Pigment  
(blau): 3.5g(35%)  
Ei Tempera Bindermittel: 6.5g(65%)



3



4

17

Aus den Testergebnissen ist ersichtlich, dass bei Erreichen der Oberflächentemperatur die Thermochemische Farbe beginnt, die Farbreaktion zu verändern und die Farbdichte beginnt, sich von hoch zu niedrig zu verändern. Der Anstieg der Geschwindigkeit und Effizienz der Reaktion ist an dieser Stelle relativ groß. Im weiteren Verlauf der Reaktion nimmt der Anstieg ab, bis die Reaktion stoppt. Die nebenstehende Grafik zeigt diese Änderungskurve. Daraus können wir bestätigen, dass, wenn die Oberflächentemperatur die angegebene Reaktionstemperatur übersteigt, die Reaktion der Thermochemischen Farbe nicht beschleunigt wird, sondern die Reaktionsgeschwindigkeit auf einem langsamen Anfangszustand bleibt, wenn die Oberflächentemperatur um die Reaktionstemperatur herum bleibt.

3

**39°C Test**

TP#8

thermochemisches Pigment

(schwarz):3g(30%)

Ei Tempera Bindemittel: 7g(70%)

4

**47°C Test**

TP#9

thermochemisches Pigment

(blau): 3.5g(35%)

Ei Tempera Bindemittel: 6.5g(65%)

## Experiment Teil 2

### Mischung von thermochromischen Pigmente

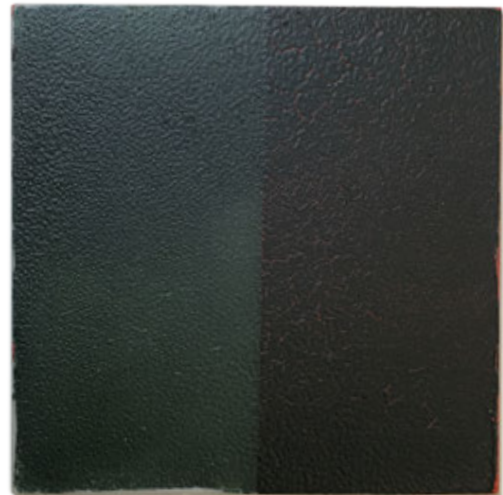


TP#11

thermochromisches Pigment rot: 2.5g+gelb:2.5g=5g(33%)

Ei Tempera Bindermittel: 10g(67%)

\*Arcyfarbe:milky white



TP#12

thermochromisches Pigment blau: 2g+gelb:3g=5g(33%)

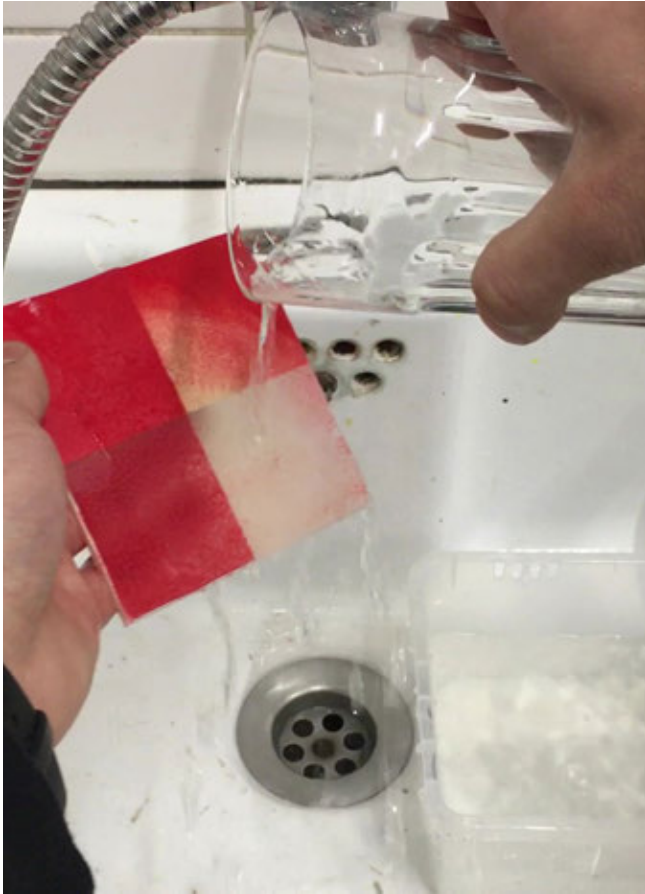
Ei Tempera Bindermittel: 10g(67%)

\*Arcyfarbe:dark orange

In diesem Abschnitt des Experiments Teil2 wird die Mischfähigkeit des Themochromischen Pigments getestet. Theoretisch kann themochormes Pigment als Ausgangsmaterial für Farbmischungen verwendet werden, d.h. zwei oder mehr verschiedene Farben von themochormem Pigment können miteinander gemischt werden, um die gewünschte Farbe zu erzeugen. Themochromisches Pigment kann auch mit anderen Basispigmenten gemischt werden, um neue Farben zu erhalten. Während der Farbwechselreaktion wird die Themochromische Farbe transparent und die anderen Farben bleiben unverändert, wodurch der Farbwechsel abgeschlossen wird. Der Haupttest ist hier die Vermischung zwischen Themochromischem Pigment.

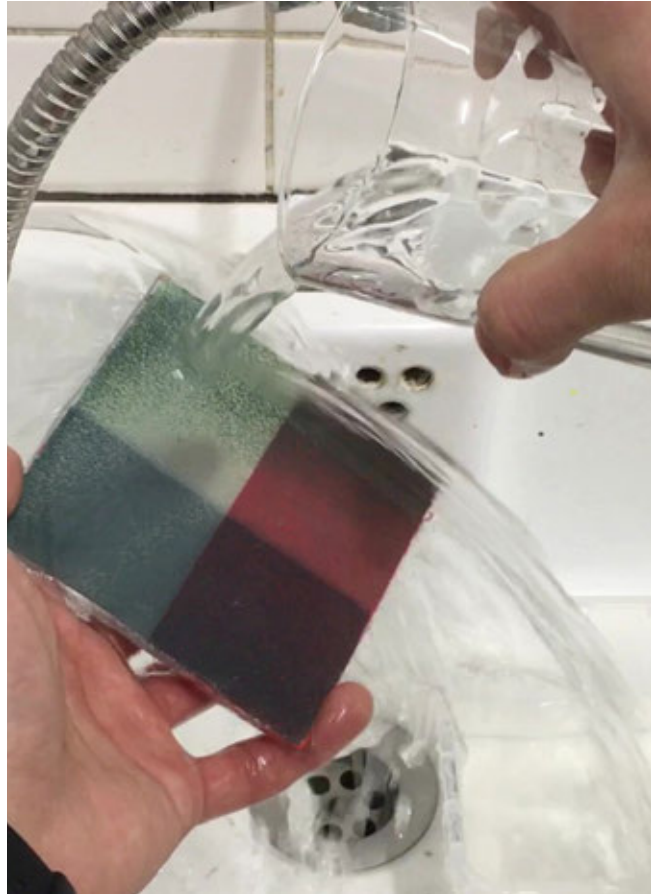
## Experiment Teil 2

Thermochromische Effekt Test(fließendes Wasser)



1

In diesem Teil des Tests wurden zwei verschiedene Farbmischungen getestet, Rot plus Gelb und Blau plus Gelb. Aus den Ergebnissen des Mischens ging hervor, dass thermochromes Pigment von Rot und Blau einen starken Einfluss auf die Mischfarben hatte, was dazu führte, dass die Mischfarben nicht sehr gut waren. Als Nächstes wird auch das Farbänderungsverhalten der Mischfarben getestet. Auch hier kommt eine weitere Variable hinzu: die Temperaturschwankung des Durchflusses. Dieser Versuch wurde mit fließendem Heißwasser durchgeführt. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass es keinen Unterschied zwischen der Farbänderungsreaktion von Mischfarben und der Farbänderungsreaktion von Einzelfarben gibt. Nachdem das fließ-



2

Bei heißem Wasser die Oberfläche berührt hatte, trat die Farbwechselreaktion schnell ein. Nachdem das heiße Wasser vorbeigegangen war, erholte sich die Farbe der Oberfläche schnell.

19

1

TP#11

thermochromisches Pigment

rot: 2.5g+gelb:2.5g=5g(33%)

Ei Tempera Bindermittel: 10g(67%)

\*Arcyfarbe:milky white

2

TP#12

thermochromisches Pigment

blau: 2g+gelb:3g=5g(33%)

Ei Tempera Bindermittel: 10g(67%)

\*Arcyfarbe:dark orange

## Experiment Teil 2

### Thermochromische Effekt Test(Handberührung)



1

Eine weitere Möglichkeit, die Farbwechselreaktion auszulösen, wurde in diesem Experiment Teil 2 ebenfalls getestet: durch Berührung. In einer normalen Umgebung mit Raumtemperatur liegt die Temperatur der menschlichen Hand bei etwa 28°C bis 31°C. Dies liegt zwischen dem Temperaturbereich des Farbwechselreaktion des Thermochromischen Pigments. Theoretisch sollte die Temperatur der menschlichen Hand auch die Verfärbungsreaktion des Thermochromischen Pigments auslösen. In diesem Experiment wurden zwei Thermochromische Farben mit einer menschlichen Hand getestet, die bei 31,5°C als feste Variable gehalten wurde. Wie wir auf den obigen Testfotos sehen können, erscheinen nach der Berührung durch eine menschliche

1

TP#11

thermochromisches Pigment

rot: 2.5g+gelb:2.5g=5g(33%)

Ei Tempera Bindermittel: 10g(67%)

\*Arcyfarbe: milky white



2

Hand deutliche Handabdrücke auf der Oberfläche des Materials, und wir können sogar Fingerabdrücke auf der Hand deutlich erkennen. Wenn die Hand die Oberfläche des Materials verlässt, erholt sich die Thermochromische Farbe schnell.

2

TP#12

thermochromisches Pigment

blau: 2g+gelb:3g=5g(33%)

Ei Tempera Bindermittel: 10g(67%)

\*Arcyfarbe: dark orange

## Experiment Teil 2

### Konsistenz der Mischung



3



4



5



6

Anteil vom Pigment

<30%

≈30%

≈35%

≈40%

21

Nach mehreren Versuchen im Experiment Teil 2 kann die Beschaffenheit der Konsistenz der Mischung aus verschiedenen Anteilen von themochromem Pigment und Bindemittel verallgemeinert werden, wobei es im Allgemeinen keine feste Konsistenz für themochromes Pigment gibt. Für themochromes Pigment gibt es keine feste Konsistenz. Bei der Herstellung einer Mischung aus themochromem Pigment, Bindemittel und Verdünner nimmt die Konsistenz der Mischung mit steigendem Anteil an themochromem Pigment zu. Dünnere Mischungen (25% bis 33% des Themochromischen Pigments) sind für Airbrush oder Spitzpistole geeignet, während dickere Mischungen (35% oder mehr des Themochromischen Pigments) für Pinsel und Bürste geeignet sind.

3-6

3.Wasser , 4.Milch, 5.Kondensmilch,  
6.Honig

## Mit Airbrush

### Experiment Teil 3

Acrylglas (transparent) + thermochromisches Pigment



1

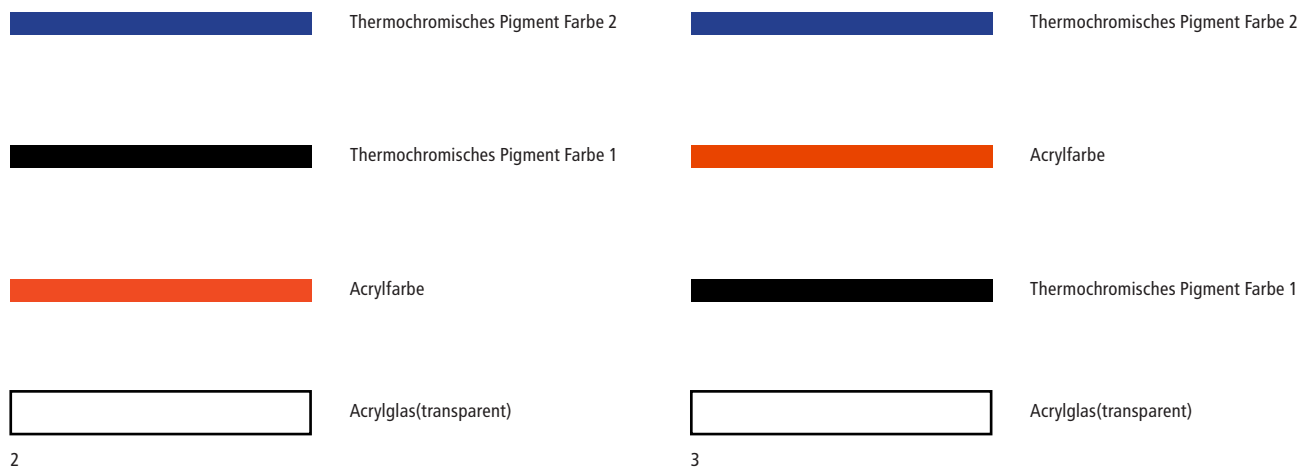
Um eine bessere Oberflächentextur für den Thermochromischen Farbauftrag zu erhalten, wird im Experiment Teil3 Thermochromisches Pigment per Airbrush auf die Oberfläche des Materials aufgetragen. Mit Airbrush kann man Thermochromisches Pigment gleichmäßiger auf die Oberfläche des Materials auftragen, ohne eine große Menge Thermochromische Farbe anmischen zu müssen. Nach einigen Vorübungen wurde das Experiment Teil2 mit Airbrush durchgeführt.

1

Die im Test verwendete Airbrush

### Experiment Teil 3

#### Überlagerung von thermochromisches Pigment



Im Experiment Teil 2 wird die Wirkung der thermochromischen Farben auch bei Überlagerung mehrerer Farbschichten getestet. Als erstes wird der Effekt getestet, wenn zwei Schichten von thermochromischen Farben übereinandergelegt werden, wie die hier in Abbildung 2 gezeigte Möglichkeit: zuerst eine Schicht Acrylfarbe auf der Oberfläche des Materials, dann die erste Schicht thermochromische Farbe, dann die zweite Schicht thermochromische Farbe und schließlich eine Schicht transparenter Schutzlack. Durch das hier verwendete transparente Acrylglas als Grundmaterial können beide Seiten des Materials die Informationen verbergen, die dann durch die Verfärbungsreaktion der thermochromischen Farbe dargestellt werden.

Dies erfordert das Auftragen einer Schicht thermochromischer Farbe auf die Oberfläche des Materials, gefolgt von Acrylfarbe und dann einer Schicht thermochromischer Farbe. Einige andere Möglichkeiten werden später im Experiment getestet.

2,3  
Beispiele für unterschiedliche Anordnungen zwischen verschiedenen Lacken



### Experiment Teil 3

Ei Tempera Bindermittel + multi-Schichten  
mit Airbrush



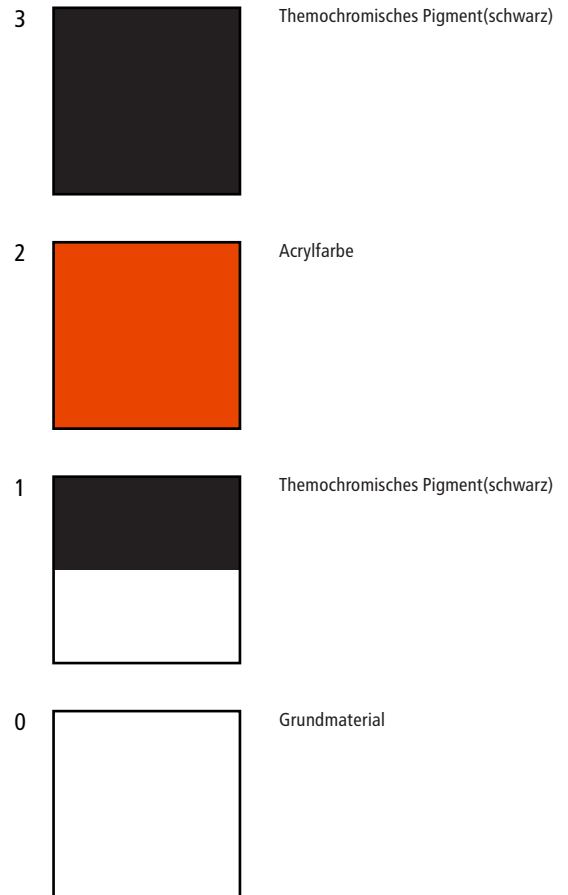
TP#15

thermochromisches Pigment (schwarz): ca. 1g  
Ei Tempera Bindermittel: ca. 8ml

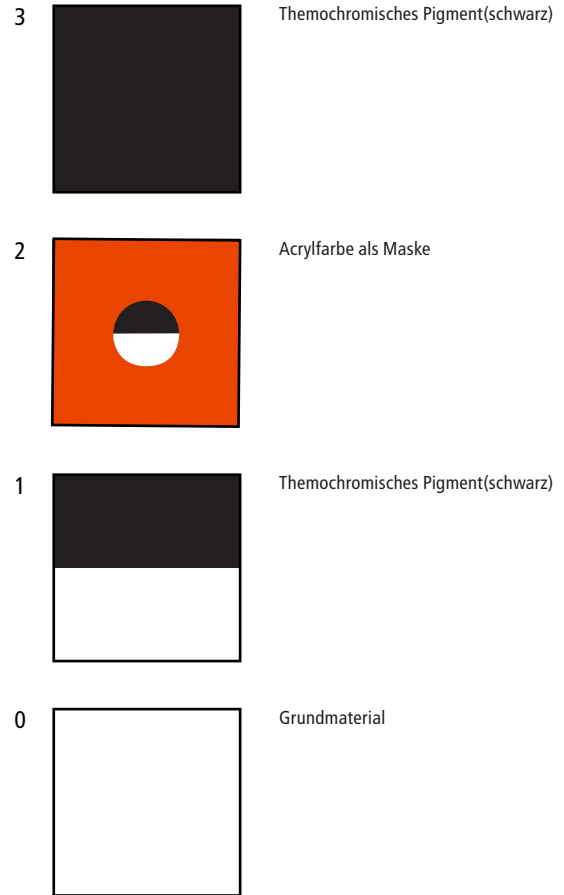
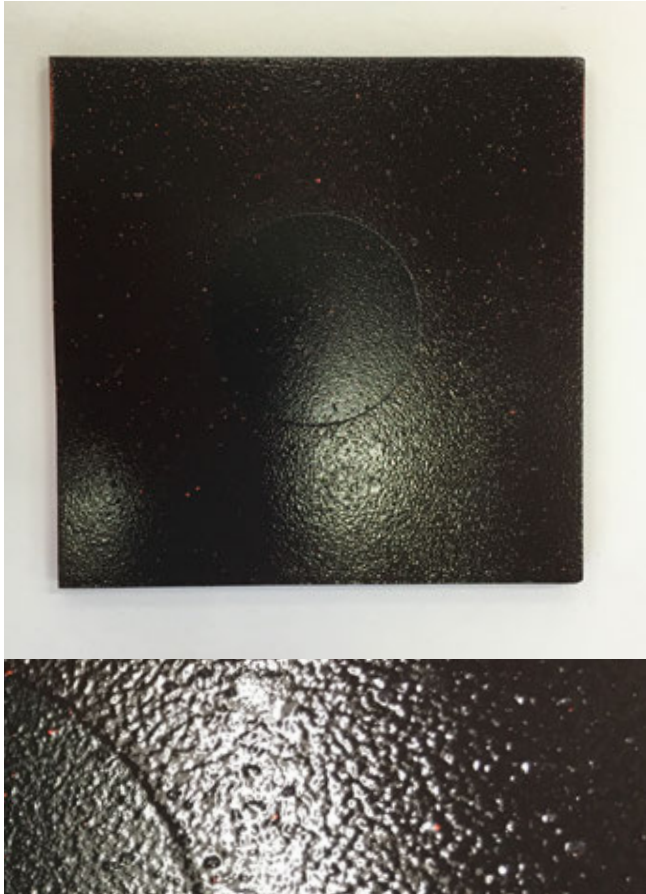
Verdünnungsmittel: ca. 20ml

Matt Lack(farblos) als Oberflächenlackierung

\*Bitte darauf beachten, dass nicht die komplette Mischung auf ein Material aufgetragen wird, sondern eventuell nur ein Teil davon. Rezepturangaben dienen nur zur Angabe der Anteile der einzelnen Zutaten an der Mischung.



Hier wird im ersten Test eine Hälfte des transparenten Acrylglases zunächst mit einer schwarzen Themochromischen Farbe, dann mit einer roten Acrylfarbe und schließlich wieder mit einer schwarzen Themochromischen Farbe beschichtet. Hier gilt es zu prüfen, ob beide Seiten des Materials die verdeckte Acrylfarbe durch eine Verfärbungsreaktion zeigen können. Im zweiten Test wurde auf der roten Acrylfarbe zwischen den beiden schwarzen Schichten der Themochromischen Farbe ein leeres kreisförmiges Muster belassen, um zu testen, ob das Verfärbungsverhalten der Themochromischen Farbe durch Airbrush gleichmäßiger und deutlicher wird.



TP#16

thermo chromisches Pigment (schwarz): ca. 1g

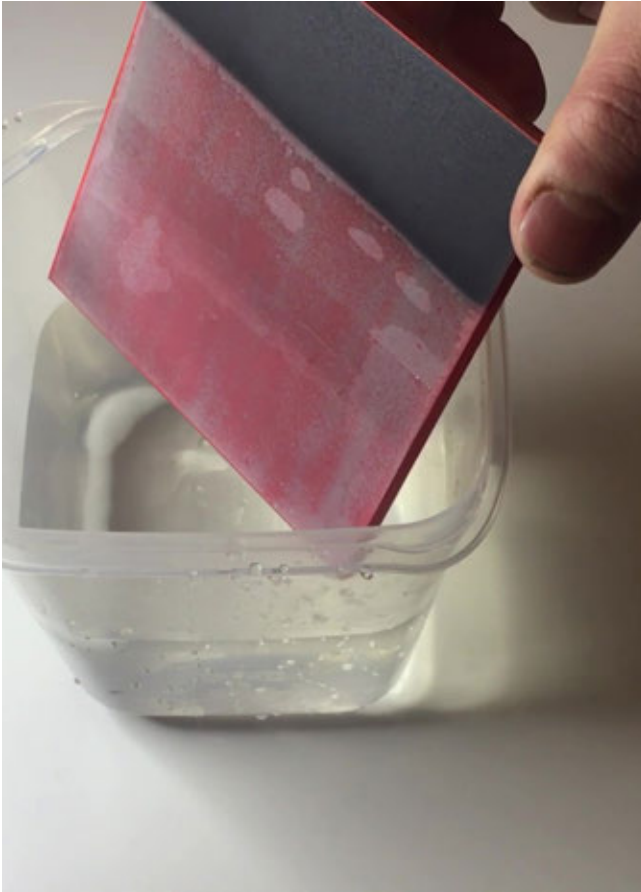
Ei Tempera Bindermittel: ca. 8ml

25

Verdünnungsmittel: ca. 20ml

Klarlack(farblos) als Oberflächenlackierung

**Experiment Teil 3**  
Thermochromische Effekt Test



1

Bei der Prüfung der Themochromischen Wirkung auf beide Materialien wurde die verborgene Acrylfarbe durch die Themochromische Farbwechselreaktion erfolgreich aufgedeckt. Das in TP#16 reservierte blanke Kreismuster wurde auch im fließenden Heißwassertest deutlich gezeigt. Ein Problem von Airbrush wurde jedoch auch in dieser Phase des Tests festgestellt: die Dicke der Themochromischen Farben. Wenn die Dicke der Themochromischen Farben zu dick war, war die Farbdichte der Themochromischen Farben aufgrund der Dicke nicht transparent, selbst wenn die Farbwechselreaktion vollständig ausgelöst wurde (Abbildung 1).



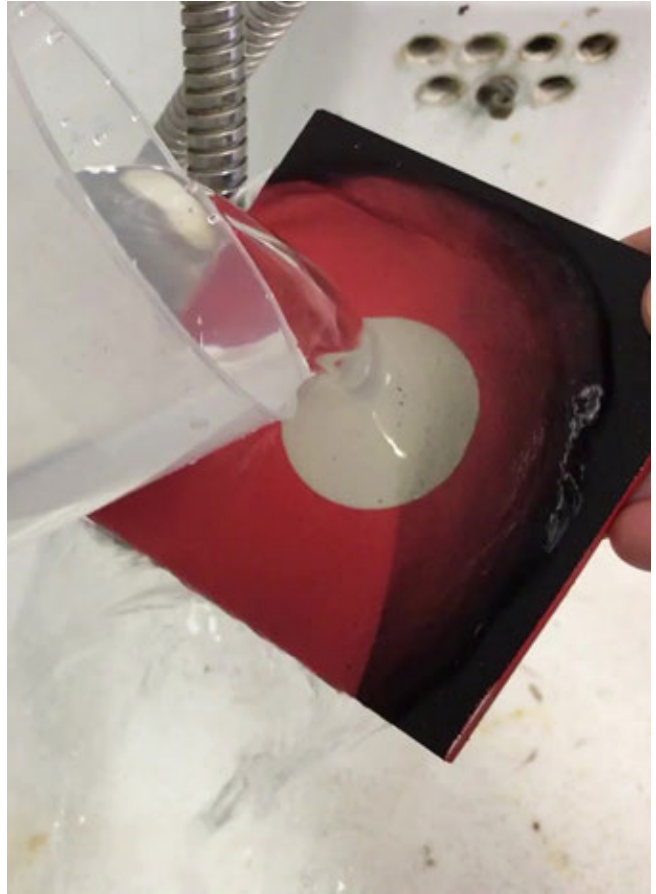
2

1  
TP#15  
thermochromisches Pigment  
(schwarz): ca. 1g  
Ei Tempera Bindermittel: ca. 8ml  
Verdünnungsmittel: ca. 20ml  
Matt Lack als Oberflächenlackierung

2  
TP#15(Rückseite)  
thermochromisches Pigment  
(schwarz): ca. 1g  
Ei Tempera Bindermittel: ca. 8ml  
Verdünnungsmittel: ca. 20ml  
Matt Lack als Oberflächenlackierung



3

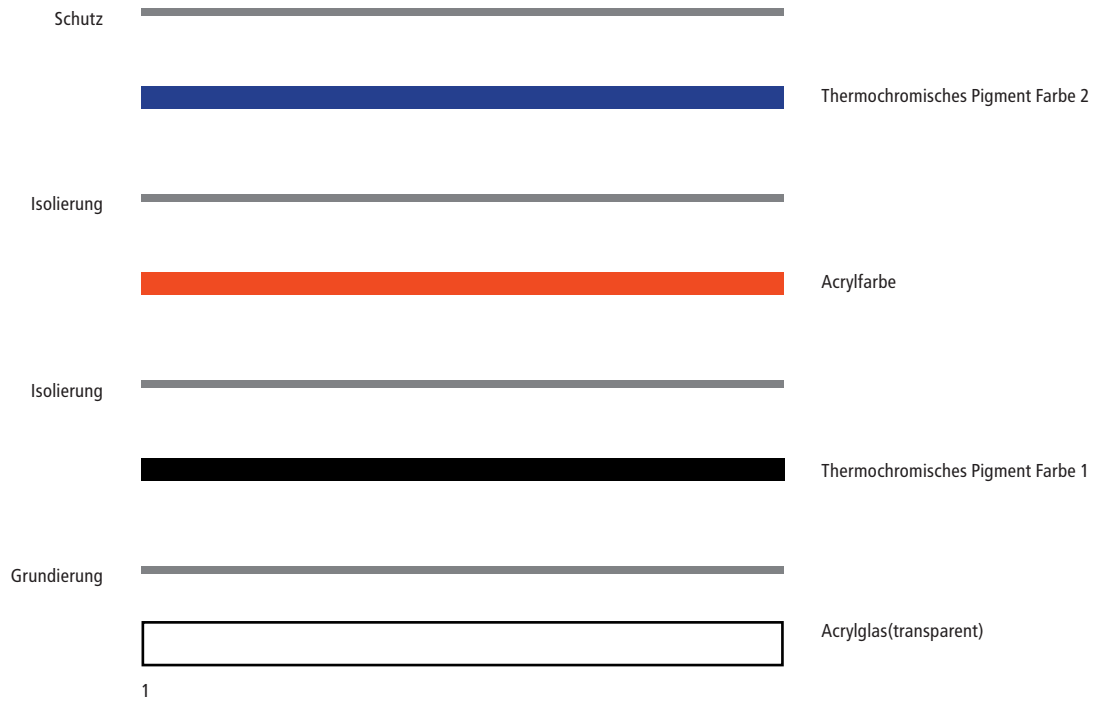


4

3  
 TP#16  
 thermochromisches Pigment  
 (schwarz): ca. 1g  
 Ei Tempera Bindermittel: ca. 8ml  
 Verdünnungsmittel: ca. 20ml

4  
 TP#16  
 thermochromisches Pigment  
 (schwarz): ca. 1g  
 Ei Tempera Bindermittel: ca. 8ml  
 Verdünnungsmittel: ca. 20ml  
 Klarlack als Oberflächenlackierung

**Experiment Teil 3**  
Grundierung/Isolierung/Schutz



Ein weiteres Problem, war die Entmischung und der Schutz zwischen den verschiedenen Beschichtungen. Beim Testen können Themochromische Farben und Acrylfarben, die ebenfalls auf Acryl basieren, problemlos miteinander gemischt werden. Zum Beispiel wird nach dem Auftragen der Acrylfarbe das Airbrusch Bindermittel auf Acrylbasis und der Verdünnung die eingetrocknete Acrylfarbe wieder auflösen. Daher sind eine Isolierung und ein Schutz zwischen den einzelnen Farbschichten unerlässlich. Die erste Schicht Grundierung (z.B. Primerlack) auf der Oberfläche des Materials sorgt auch für die notwendige Haftung der später verwendeten Farben. Ein klarer Schutzack ist auch nach Abschluss aller Lackierarbeiten sehr wichtig.

1  
Verschiedene Farbschichten und die dazwischen liegenden Isolier- und Schutzschichten

**Experiment Teil 3**  
Konsistenz der Mischung



3



4



5



6

Anteil vom Pigment



<30%

≈30%

≈35%

≈40%

Konsistenz der Mischung  
für Airbrush und Spitzpistole

Im Laufe der Testphase von Experiment Teil3 lernte ich die Konsistenz der Themochromischen Farben kennen und beherrschen, die für Airbrush und Spitzpistole geeignet sind. In dieser Mischung stehen themochromes Pigment, Bindemittel und Verdünner in einem Verhältnis von etwa 1:1:1, so dass eine Mischung mit einer milchähnlichen Konsistenz entsteht, die stark fließt, aber eine gewisse Viskosität aufweist.

3-6

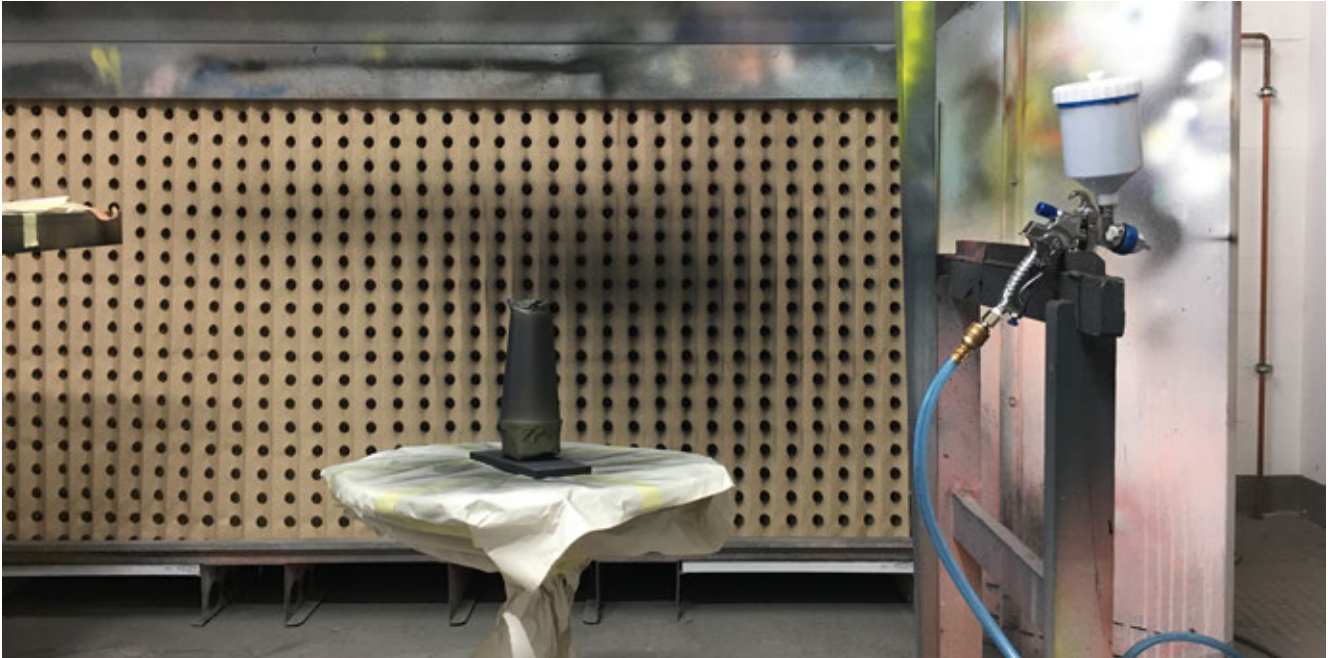
3.Wasser , 4.Milch, 5.Kondensmilch,

6.Honig

## Mit Spitzpistole

### Optimierung Teil1

Acrylglas (transparent) + thermochromisches Pigment



1

In Optimierung Teil1 wird eine Themochromische Farbauftragsoptimierung durchgeführt. Die meisten Tests werden im Lackierraum mittels Spitzpistole durchgeführt. Mit der Spitzpistole wird der Auftrag von Themochromischen Farben homogener und feiner, da die Mischungspartikel beim Sprühen mit einem Luftdruck von 2 bis 3 Pa kleiner werden. Dies entspricht eher der Realität in der Massenproduktion.

1

Tests in der Lackierraum mit Spitzpistole

2

Lackbindemittel und Verdünnungsmittel auf Acrylbasis für Lacksprühtests



2

31

Der Acrylbinder für die Malerei und das Bindemittel für die Airbrush müssen ausgetauscht werden, um der Arbeitsumgebung der Spitzpistole zu entsprechen. Im Allgemeinen werden Lacken für Spitzpistolen neben den Hauptbindemitteln und Verdünnungsmitteln noch weitere Additive zugesetzt, wie z. B. Bindemittel, Trocknungsbeschleuniger usw. Aber die Wirkung dieser Inhaltsstoffe auf Themochromisches Pigment ist unbekannt. Weitere Tests sind erforderlich. Um die Wirkung von Themochromisches Pigment in der Spitzpistole möglichst schnell zu testen, wird als Bindemittel Klarlack (Acrylbasis) verwendet, der fachlich für die Spitzpistole geeignet ist, da er mit allen anderen erforderlichen Komponenten vorgefüllt wurde Zusatz-

stoffe. Mit dem Verdünnungsmittel mit Acrylbasis erhalten wir eine einfache, gebrauchsfertige Mischung von Inhaltsstoffen. In nachfolgenden Tests werden Themochromisches Pigment, Klarlack (Acrylbasis) und Verdünnungsmittel (Acrylbasis) im Verhältnis 1:1:1 gemischt und verwendet.



## Optimierung Teil1

Acrylglas (transparent) + thermochromisches Pigment



TP#18

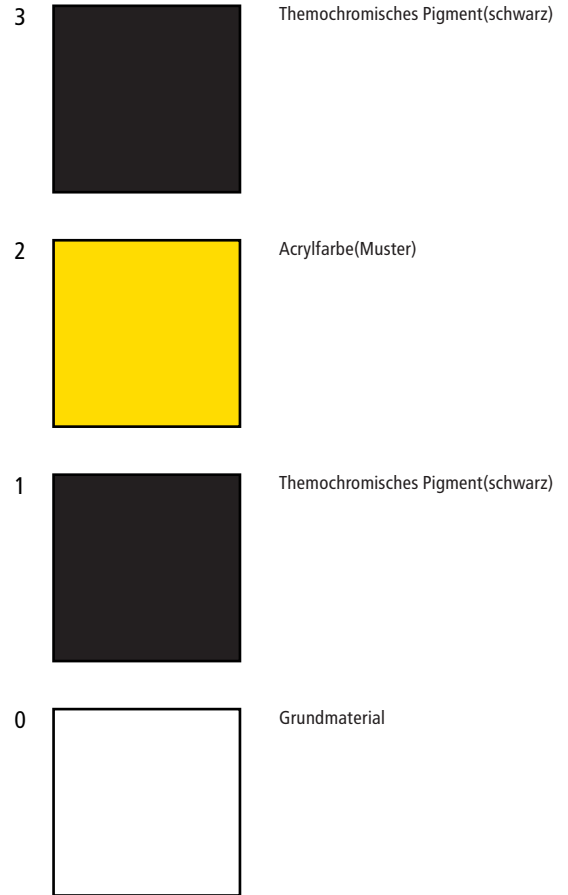
thermochromisches Pigment (schwarz): ca. 5g

Acrybasis Klarlack: ca. 20ml

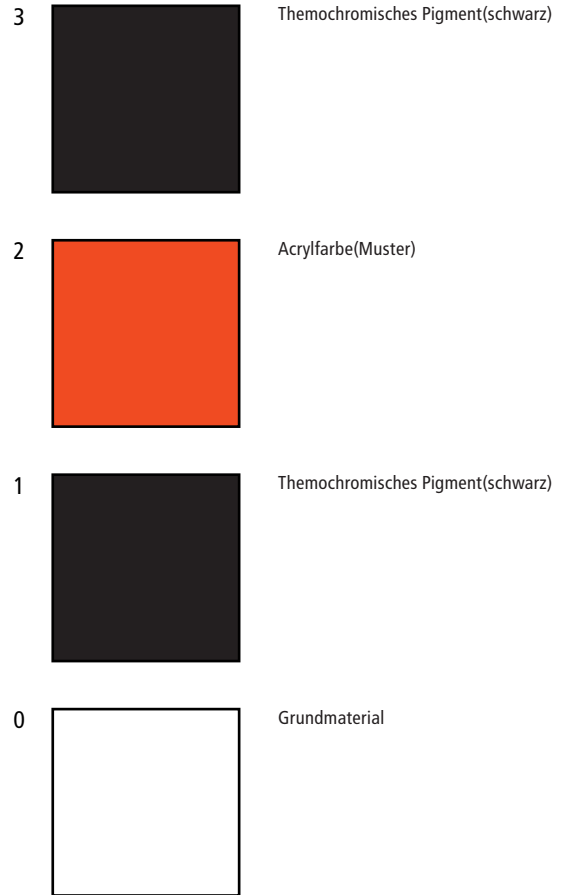
Acrybasis-Verdünnungsmittel: ca. 80ml

Klarlack als als Oberflächenlackierung

\*Bitte darauf beachten, dass nicht die komplette Mischung auf ein Material aufgetragen wird, sondern eventuell nur ein Teil davon. Rezepturangaben dienen nur zur Angabe der Anteile der einzelnen Zutaten an der Mischung.



In den beiden Tests dieser Optimierungsphase wurden alle Beschichtungen entsprechend den Ergebnissen der vorherigen Tests voneinander isoliert und geschützt, und die gesamte Arbeitsfläche wurde mit Klarlack geschützt und mit einer Oberflächenpolierstruktur behandelt. Die Grundierung wurde zunächst auf das Acrylglas als Grundmaterial aufgebracht, um die Ebenheit und Haftung der Beschichtungsoberfläche einzustellen. Dann wird nach einer Sperrschicht die erste Schicht der Thermochromischen Farbe aufgetragen. Darauf befindet sich eine weitere Sperrschicht, gefolgt von einer Schicht Acrylfarbe mit einem Muster und nach einer dritten Sperrschicht eine zweite Schicht mit Thermochromischer Farbe. Abschließend wird die Oberfläche durch eine Klarlackierung geschützt.



TP#19  
 thermochromisches Pigment (schwarz): ca. 10g  
 Acrybasis Klarlack: ca. 40ml

33 Acrybasis-Verdünnungsmittel: ca. 140ml  
 Klarlack als als Oberflächenlackierung

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass die gesamte Oberflächentextur des Sprühlacks im Vergleich zu den vorherigen Tests viel flacher und feiner ist. Damit wurde im Wesentlichen das erwartete Ziel und die erwartete Wirkung erreicht. Gleichzeitig wurde aber ein Problem festgestellt, wenn die mittlere Acrylfarbe durch Sprühlackierung aufgetragen wird, ist ihre Dicke am Ende zu sehen und beeinträchtigt die visuelle Wahrnehmung. Für den späteren praktischen Einsatz sollte die mittlere Schicht mit der Botschaft durch Bedrucken fertiggestellt werden, um eine unnötige Dickenzunahme zu vermeiden.

**Optimierung Teil1**  
Thermochromische Effekt Test



1



2

1  
TP#18  
thermochromisches Pigment  
(schwarz): ca. 5g  
Acrybasis Klarlack: ca. 20ml  
Acrybasis-Verdünnungsmittel: ca. 80ml  
Klarlack als als Oberflächenlackierung

2  
TP#19  
thermochromisches Pigment  
(schwarz): ca. 10g  
Acrybasis Klarlack: ca. 40ml  
Acrybasis-Verdünnungsmittel: ca. 140ml  
Klarlack als als Oberflächenlackierung

## Optimierung Teil1

Thermochromisches Material zur Anwendung



3

35

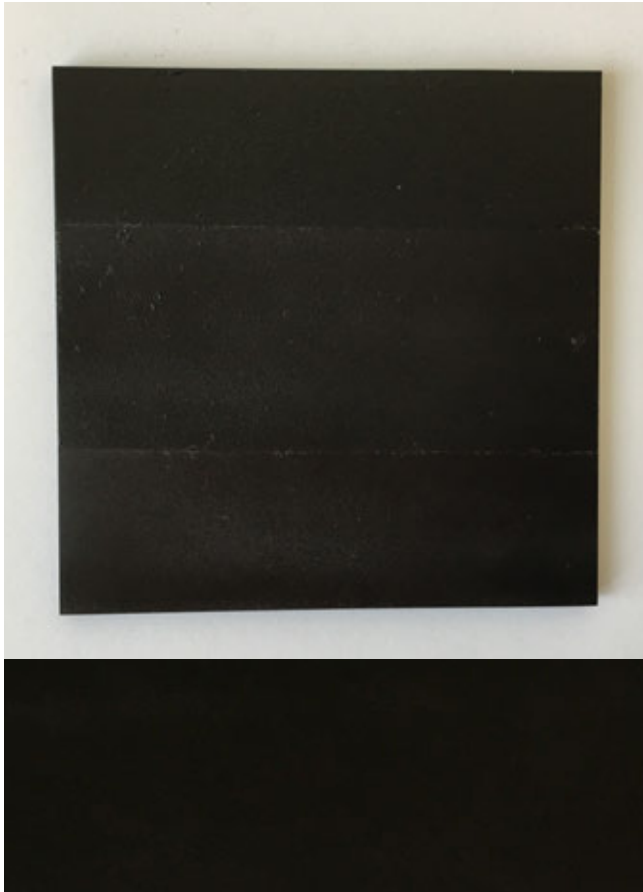
In Optimierung Teil1 wurden einige Tests zur praktischen Anwendung der Thermochromischen Farben durchgeführt. Die Anzeige von verborgenen Informationen durch Temperaturänderungen ist eine der Grundfunktionen von Thermochromischen Farben. Diese Funktion wurde ursprünglich hauptsächlich bei der Messung der Innentemperatur verwendet. Hier habe ich versucht, sie auf andere Bereiche anzuwenden, wie z. B. Branding, wo die Thermochromische Farbe auf die Oberfläche eines Kaffeebechers mit Starbucks-Branding aufgetragen wurde. Wenn heißer Kaffee in die Tasse gegossen wird, wird die schwarze Thermochromische Farbe transparent. Die Nachricht der Marke Starbucks wird angezeigt. Dies bietet eine gute Möglichkeit für das Branding-Design, um die Aufmerksamkeit des Benutzers zu erregen und den Eindruck zu verstärken.

3

Die schwarze Thermochromische Farbe wird auf einem Starbucks-Kaffeebecher verwendet.

## Optimierung Teil2

Acrylglas (transparent) + thermochromisches Pigment



TP#20

thermochromisches Pigment (schwarz,30°C): ca. 10g

Acrybasis Airbrush Bindermittel: ca. 40ml

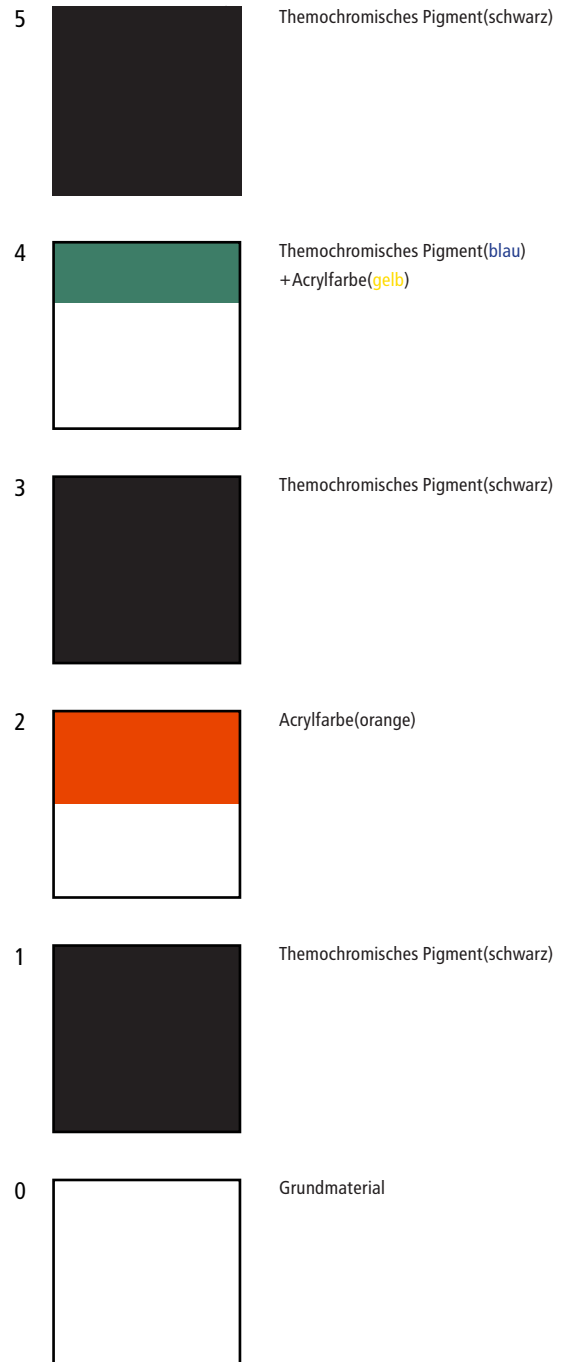
Acrybasis Airbrush Verdünnungsmittel: ca. 40ml

TP#20-1

thermochromisches Pigment (blau,15°C): ca. 5g

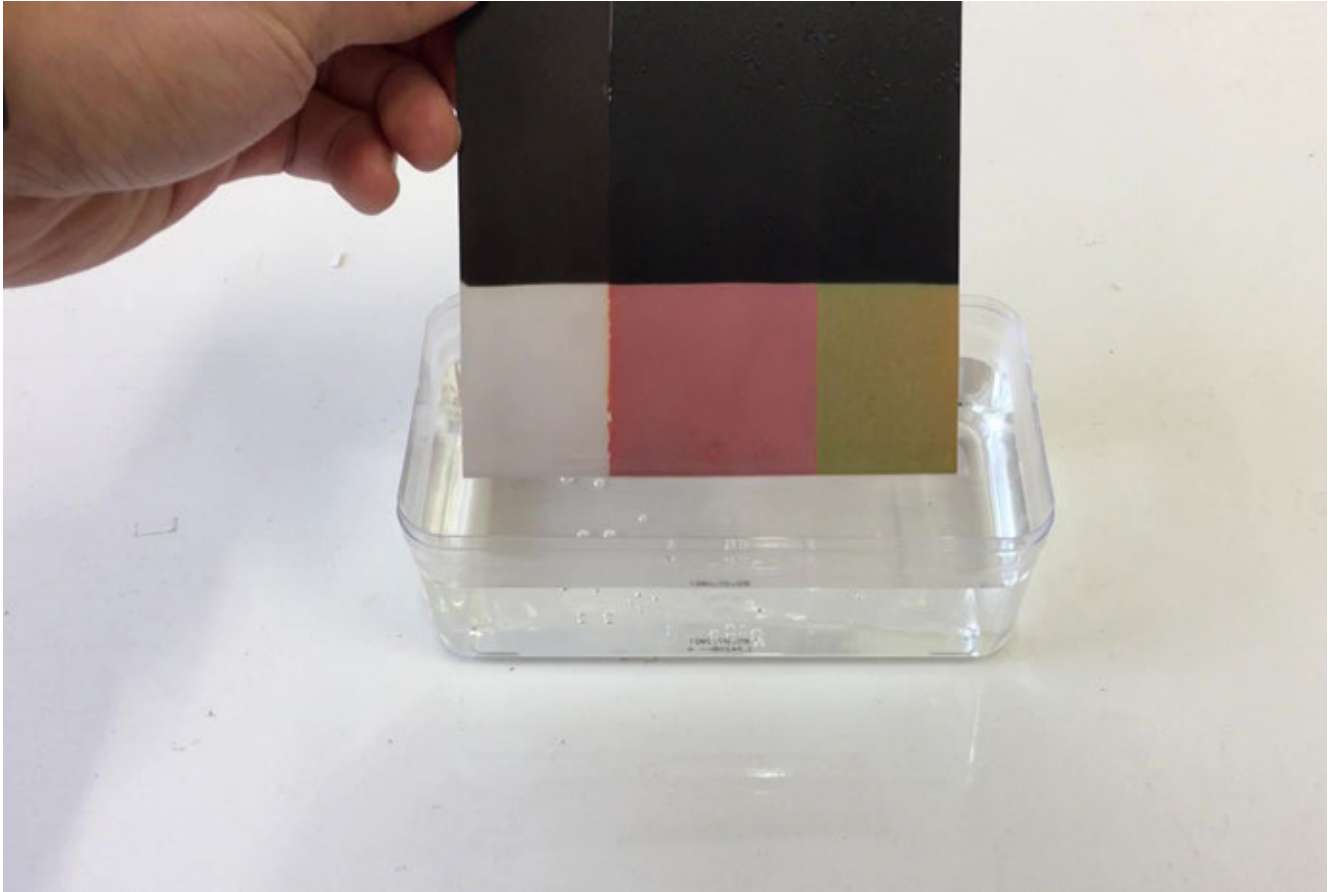
Acrybasis Airbrush Bindermittel: ca. 20ml

Acrybasis Airbrush Verdünnungsmittel: ca. 20ml



\*Bitte darauf beachten, dass nicht die komplette Mischung auf ein Material aufgetragen wird, sondern eventuell nur ein Teil davon. Rezepturangaben dienen nur zur Angabe der Anteile der einzelnen Zutaten an der Mischung.

**Optimierung Teil2**  
Thermochromische Effekt Test



1

37

In Optimierung Teil2 werden die volle Kapazität des Thermochromischen Pigments und die Grenzen seines Einsatzes ausgelotet. Als erstes wurde die Grenze der mehrschichtigen Stapelung von Thermochromischen Farben getestet. Im TP#20-Test wurden vier Schichten Thermochromischer Farben und eine Schicht gemischter Farben auf der Oberfläche eines einzigen Stückes Material kombiniert. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass alle Thermochromischen Farben erfolgreich die Verfärbungsreaktion auslösten und die versteckte Acrylfarbe sowie die Mischfarben deutlich gezeigt wurden. Wir können jedoch feststellen, dass die rote Acrylfarbe aufgrund der Dicke der mehreren Farbschichten etwas weißlich ist. Und die rote Acrylfarbe geht wieder durch die Farbmischschicht, wodurch die Farbmischschicht rötlich wird.

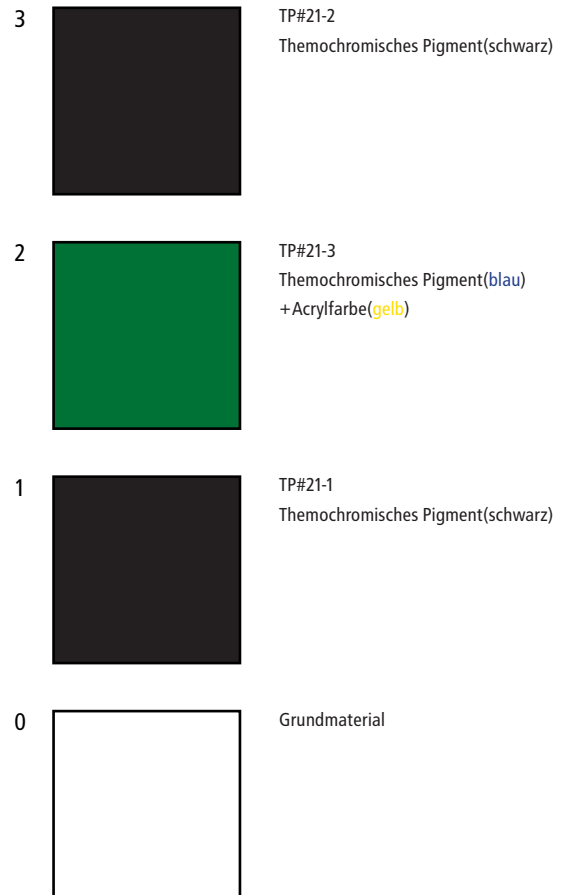
1

TP#20  
thermochromisches Pigment (schwarz, 30°C): ca. 10g  
Acrybasis Airbrush Bindermittel: ca. 40ml

Acrybasis Airbrush Verdünnungsmittel: ca. 40ml

## Optimierung Teil2

Acrylglas (transparent) + thermochromisches Pigment



TP#21-1  
thermochromisches Pigment (schwarz,30°C): ca. 5g  
Acrybasis Airbrush Bindermittel: ca. 20ml

Acrybasis Airbrush Verdünnungsmittel: ca. 20ml

TP#21-2  
thermochromisches Pigment (schwarz,15°C): ca. 5g  
Acrybasis Airbrush Bindermittel: ca. 20ml

Acrybasis Airbrush Verdünnungsmittel: ca. 20ml

TP#21-3  
thermochromisches Pigment (blau,15°C): ca. 5g  
Acrybasis Airbrush Bindermittel: ca. 20ml

Acrybasis Airbrush Verdünnungsmittel: ca. 20ml

\*Bitte darauf beachten, dass nicht die komplette Mischung auf ein Material aufgetragen wird, sondern eventuell nur ein Teil davon. Rezepturangaben dienen nur zur Angabe der Anteile der einzelnen Zutaten an der Mischung.

**Optimierung Teil2**  
Thermochromische Effekt Test



1  
Im nächsten Test habe ich versucht, verschiedene Schichten von Thermochromischen Farben mit unterschiedlichen Funktionen zu versehen. Im Test TP#21 wurde die transparente Acrylglasoberfläche zunächst mit einer schwarzen Thermochromischen Farbe beschichtet, um Informationen von der Rückseite auszublenden (Auslösetemperatur 31°C). Darauf wurde dann eine gemischte Farbschicht aus blauer Thermochromischer Farbe und gelber Acrylfarbe verwendet (Auslösetemperatur 31°C). Auf der obersten Schicht befindet sich eine zweite schwarze Thermochromische Farbe (Auslösetemperatur 15°C). Bei dieser Kombination sieht man zunächst, wenn die Oberflächentemperatur des Materials zwischen 15°C und 30°C liegt, ein



2  
grünes Muster mit schwarzem Hintergrund, und auf der Rückseite des Materials ist keine Veränderung sichtbar. Wenn die Temperatur 31°C überschreitet, wird das Material transparent und das grüne Muster wechselt zu gelb.

39

1  
Thermochromische Effekt Test  
(durch Handberührung)  
Temperatur der Materialoberfläche 12°C,  
Temperatur der Handfläche 24°C

2  
Thermochromische Effekt Test  
(durch Wasserbad)  
Temperatur der Materialoberfläche 25°C,  
Temperatur des Wasserbad 35°C



## Zur Anwendung

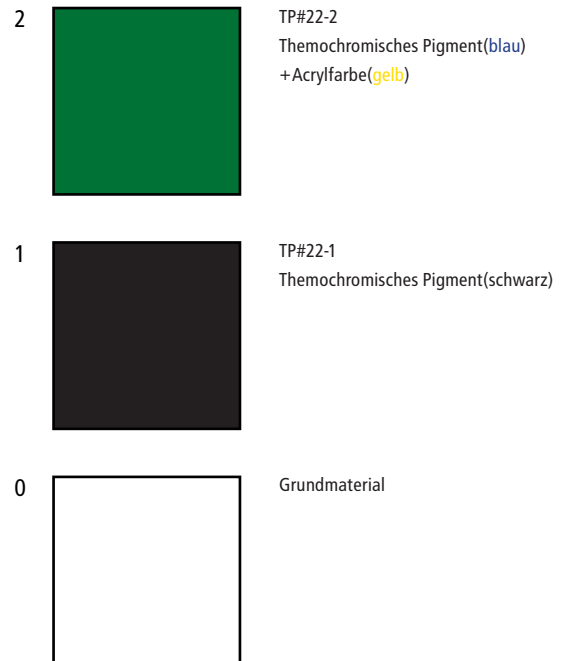
### Thermochromisches Pigment



1  
TP#22-1  
thermochromisches Pigment (schwarz,30°C): ca. 25g  
Acrybasis Airbrush Bindermittel: ca. 100ml

Acrybasis Airbrush Verdünnungsmittel: ca. 100ml

1  
Zwei Lagen von Themochromischen Farben wurden auf eine transparente Tasse aufgetragen. (Ein Prototyp aus dem Masterprojekt "Extra ordinary")



TP#22-2  
thermochromisches Pigment (blau,15°C): ca. 5g  
Acrybasis Airbrush Bindermittel: ca. 20ml

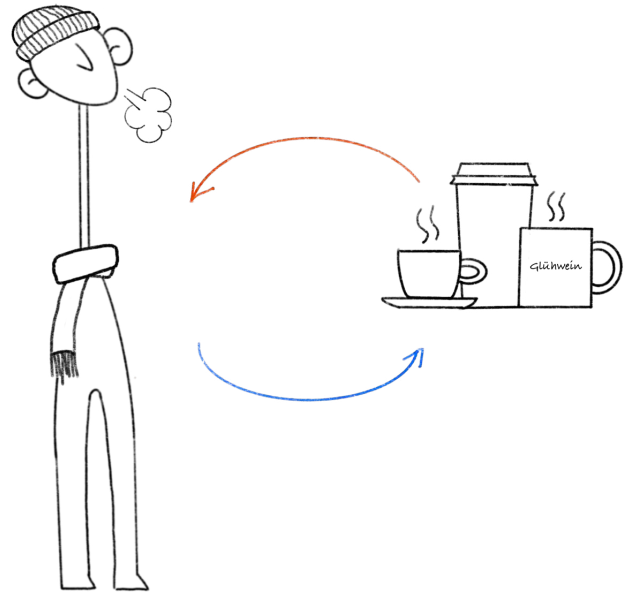
Acrybasis Airbrush Verdünnungsmittel: ca. 20ml

\*Bitte darauf beachten, dass nicht die komplette Mischung auf ein Material aufgetragen wird, sondern eventuell nur ein Teil davon. Rezepturangaben dienen nur zur Angabe der Anteile der einzelnen Zutaten an der Mischung.



2

Die Reaktion der Verfärbung, wenn 40°C heißes Wasser in diese Tasse gegossen wird.



3

Die Leute kaufen gerne einen heißen Kaffee oder einen Glühwein, um sich im Winter aufzuwärmen. Der Becher überträgt die Wärme des Getränks auf uns. Was an dieser Stelle aber oft übersehen wird, ist, dass die Menschen die Erkältung auch an Becher weitergeben. Mit thermochromem Pigment wird eine neue Möglichkeit geschaffen, bei der die Energieübertragung zwischen Menschen und Objekten sichtbar wird.

3

Eine Zeichnung über die Transformation von Energie zwischen Menschen und Objekten.

## Extra

Fotochromisches Pigment

### Experiment Teil 1

Acrylglas (transparent) + fotochromisches Pigment mit Airbrush



FP#01

fotochromischeses Pigment (orange): ca. 1g

Ei Tempera Bindermittel: ca. 5ml

Airbrush-Verdünnungsmittel: ca. 30ml



1

Es gibt ein weiteres analoges interaktives Material, das mich interessiert: Fotochromes Pigment, das sehr empfindlich auf UV-Strahlen (z.B. Sonnenlicht) reagiert. Bei Einwirkung von UV-Strahlen ändert sich die Farbe des fotochromen Pigments von weiß in andere Farben (z.B. orange, rot, blau, etc.). Im Gegensatz zum Thermochromen Pigment, das ein interaktives Material auf der Basis von Temperaturänderungen ist, ist das Fotochrome Pigment ein interaktives Material auf der Basis von UV-Strahlenänderungen. Vorabtests des Fotochromen Pigments wurden bereits durchgeführt. Wie Sie in der obigen Grafik sehen können, ändert sich die weiße Fotochromische Farbe zu Orange, wenn sie den UV-Strahlen der Sonne ausgesetzt wird.

1

Die Reaktion von FP#1 unter der Sonne.



2

Wenn dieses Fotochromische Pigment auf das Tray aufgetragen wird, wird der Austausch von Sonnenlicht und Schatten auf dem Objekt durch die entsprechende Formgebung visuell dargestellt. Durch die zeitliche Verzögerung des Farbwechseleffekts wird der Wechsel von Licht und Schatten auch in der zeitlichen Abfolge und Ebene dargestellt. Das hier verwendete Fotochromische Pigment ist ein Weiß-Blau-Effekt. Auf diese Weise wird der Kontrast zwischen Sonnenlicht und Schatten auch durch den entgegengesetzten Blau-Weiß-Kontrast wiedergegeben. Hier kann die Transformation von Licht und Schatten während der Interaktion dynamisch beobachtet werden.

43



3

2,3

FP#2(Ein Prototyp aus dem Masterprojekt "Extra ordinary")

Fotochromisches Pigment (blau): ca. 25g

Acrybasis Airbrush Bindermittel: ca. 100ml

Acrybasis Airbrush Verdünnungsmittel: ca. 100ml

## Schlusswort

Zusammenfassung, Vorhaben zur Weiterentwicklung

### Zusammenfassung

In diesem Master Technologie Semianr wird zunächst themochromes Pigment als analoges interaktives Material vollständig getestet, einschließlich seiner Eigenschaften, Funktionen, Kapazität, Anwendungen, etc. Darüber hinaus wurden mehrere potentiell einsetzbare Bindermittel getestet, um eine sinnvolle Formulierung der themochromen Farbe zu finden. Anschließend wurde es für einige einfache praktische Anwendungen auf den Prüfstand gestellt. Außerdem wurde ein erstes Verständnis für die grundlegenden Eigenschaften des fotochromen Pigments gewonnen. Diese sind eine gute Vorbereitung für die spätere Entwicklung im Masterprojekt Modul2. Dies birgt jedoch einige Unzulänglichkeiten und Probleme in sich. Für den praktischen Einsatz sind noch nicht genügend Tests durchgeführt worden. Fotochromisches. Die spezifischen Eigenschaften und die Verwendung von Pigment und einigen anderen analogen interaktiven Materialien sind mir noch unbekannt.

### Vorhaben zur Weiterentwicklung

In der weiteren Entwicklung sollte zunächst weiter nach der Anwendung des themochromen Pigments gesucht werden und ob es andere, bessere Möglichkeiten gibt, es in meiner Masterarbeit einzusetzen. Nach weiteren Tests der Eigenschaften und der Funktionalität der anderen analogen interaktiven Materialien wird dasselbe für mein Masterprojekt versucht werden. Bei der Suche nach möglichen Anwendungen werden Kombinationen von zwei oder mehr interaktiven Materialien ausprobiert, um den Menschen in einer neuen interaktiven Form die Details des Alltags zu zeigen, die im Allgemeinen schwer zu finden sind.



1  
Prototypen im Masterstudium Modul 1

## Quellenangabe

cover: Yuhang Ke;  
S1 1: Yunjian Design Studio;  
S1 2: giffits.de;  
S2 1: Yuhang Ke;  
S2 2: SFXC Inc.;  
S3 3-4: Yuhang Ke;  
S4 1-3: SFXC Inc.;  
S6 1-2, S10 1-3, S11 4-5, S12 1, S13 2, S16 1-2, S17 3-4, S19 1-2, S20 1-2: Yuhang Ke;  
S21 3: Svarcas on Favpng;  
S21 4: simplemost.com;  
S21 5: Bärenmarke GmbH;  
S21 6: aldi-nord.de;  
S22 1, S26 1-2, S27 3-4: Yuhang Ke;  
S29 3: Svarcas on Favpng;  
S29 4: simplemost.com;  
S29 5: Bärenmarke GmbH;  
S29 6: aldi-nord.de;  
S30 1, S31 2, S34 1-2, S35 3, S37 1, S38 1-2, S40 1, S41 2-3, S42 1, S43 2-3, S45 1: Yuhang Ke;

## Betreuung

Prof. Holger Neumann

## Dokumentation

Analoge Interaktionen  
Without electricity.

Ke, Yuhang  
Produkt Design  
MA, 1. Semester

Masterseminar Technologie  
Wintersemester 2020/2021  
Design Fakultät, UdK, Berlin

**-What is happening right now.-**