

# Neue zeolithbasierte Pigmente

## Von Maya-Blau zu modernen Farbmitteln

Lucie Sägesser<sup>1</sup>, Pascal Woodtli<sup>1</sup>, Dominik Brühwiler<sup>1</sup> und Achim Ecker<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Institut für Chemie und Biotechnologie, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW

### Maya-Blau, ein historisches Pigment

Bereits die Mayas verstanden es mit pflanzlichem Indigo und einem porösen Tonmineral (Palygorskit) ein spezielles, leuchtend türkisblaues Pigment herzustellen - sozusagen präkolumbische Nanotechnologie. Maya-Blau ist thermisch und chemisch sehr beständig, was es als Pigment ausserordentlich interessant macht. Strukturell werden zwischen die Schichten des Tonminerals Indigomoleküle eingebaut (2-Dimensionale Interkalationsverbindung), was die Beständigkeit des Pigments gegenüber reinen Farbstoffen deutlich verbessert. Es hat sich jedoch als ausserordentlich schwierig erwiesen, das von den Mayas empirisch gefundene Konstruktions-

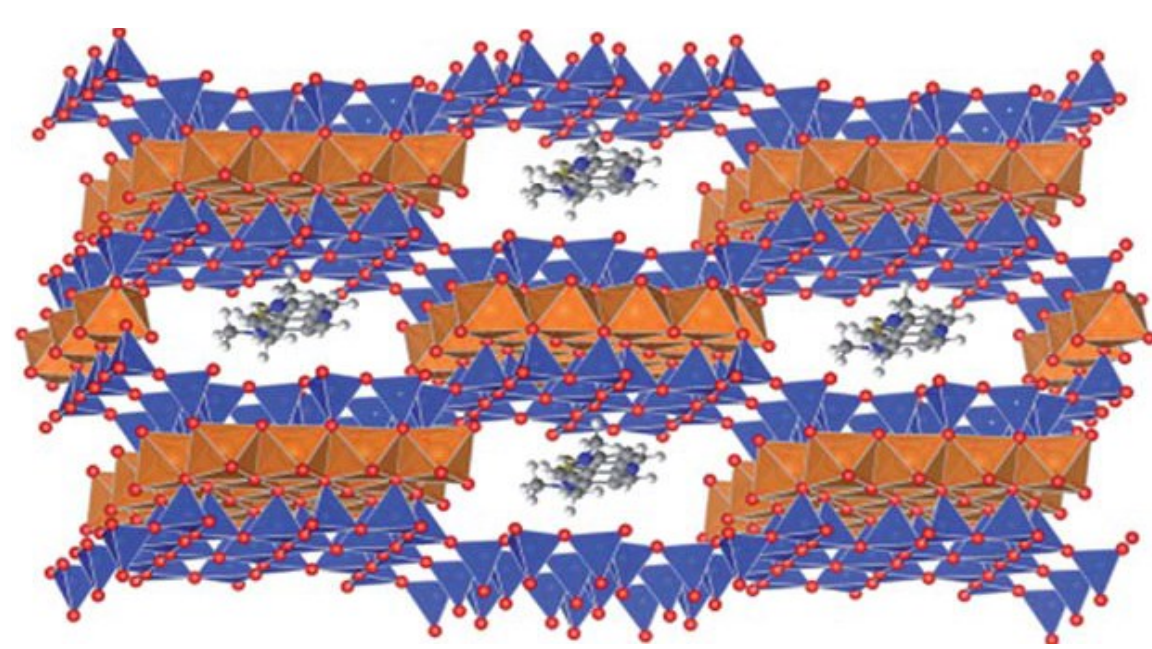


Abb. 1 — Struktur Maya-Blau [2]

prinzip mit anderen Farbmitteln nachzuahmen. Um ein stabiles Produkt zu erhalten, müssen nämlich die Farbmoleküle exakt zwischen die Silikatschichten des jeweiligen Tonminerals passen [1].

### Interkalation als gemeinsames Prinzip

Seit einiger Zeit gelingt es jedoch in poröse Silikate mit 1D-Kanälen (z.B. Zeolith L) eine grosse Palette von Farbmittelmolekülen zu interkalieren [3]. Man verwendet dazu zwar das Einbauprinzip der Mayas, nicht jedoch das gleiche Wirtsmaterial. Durch die Interkalation der Farbmittelmoleküle (Gäste) in die 1D-Poren der porösen Silikate ist es nun nicht mehr notwendig, dass sich die Gäste perfekt zwischen die Schichten des Wirtsmaterials einfügen und diese

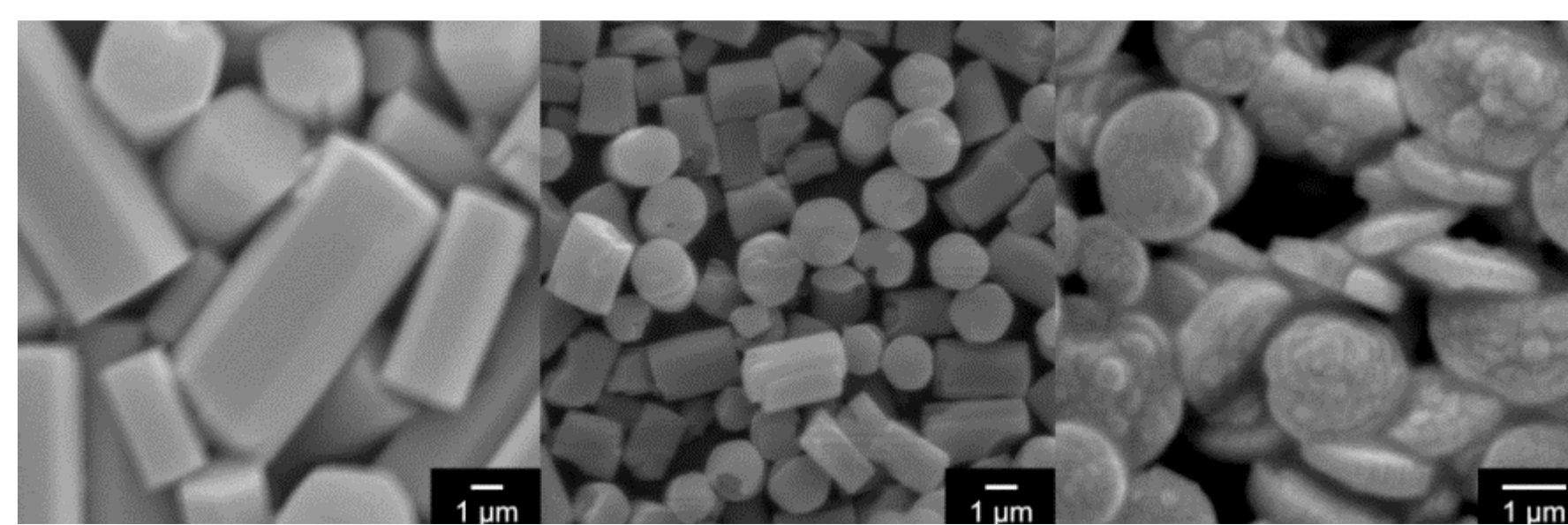


Abb. 2 — verschiedene Morphologien von Zeolith L Kristallen [4]

sozusagen zusammenhalten, sondern es ist ausreichend, dass die Gäste in die Poren gelangen können.

Dies ermöglicht es nun chemisch und strukturell ganz verschiedene Gastmoleküle in das Wirtsmaterial zu interkalieren. Die sich eröffnende Palette an verschiedenen Chromophoren ist damit sehr gross. Die neue Pigmentklasse nennen wir **True Color Pigments TCP**.

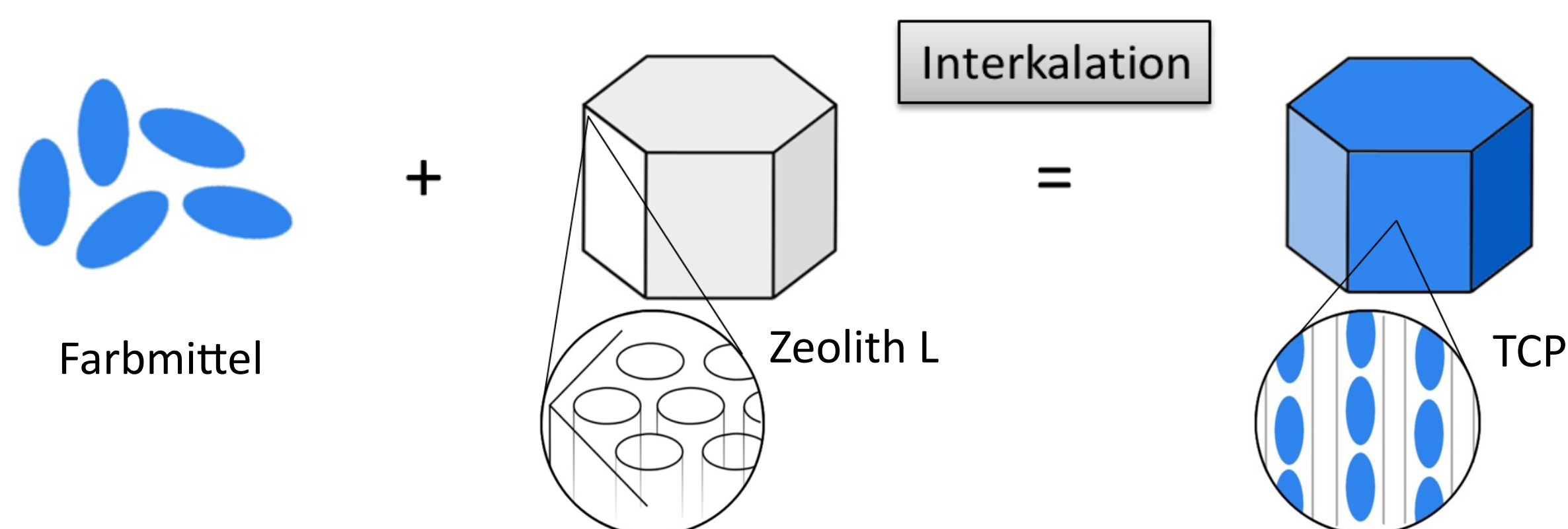


Abb. 3 — Schema der Interkalation von Farbmitteln in Zeolith L

### Herstellung

Für die Herstellung werden einerseits die Gastmoleküle in die Poren des Wirtsmaterials interkalieren. Darüber hinaus werden die Poren chemisch verschlossen, so dass die Gastmoleküle in die Poren eingesperrt sind und diese auch nicht mehr verlassen können. Die neuen Pigmente bluten also nicht aus.

Für dieses Verfahren haben wir an der ZHAW in einer Kooperation zwischen Chemikern (ICBT) und Maschinenbauern (ZPP) eigens einen Apparat entwickelt (siehe zentrale Abb.) mit dem wir bereits in der Lage sind 100-200 g der neuen Pigmente (TCPs) herzustellen.

### Eigenschaften

TCP als neue Pigmentklasse weisen die folgenden 4 Vorteile gegenüber herkömmlichen Pigmenten auf:

#### A Lichtechtheit und chemische Beständigkeit

Durch das Einschliessen der Chromophore im Zeolith sind diese vor äusseren Einflüssen geschützt. So können beispielsweise in der Umgebung vorhandene Radikale oder andere oxidative Spezies praktisch nicht in den Zeolith zum Chromophor vordringen.

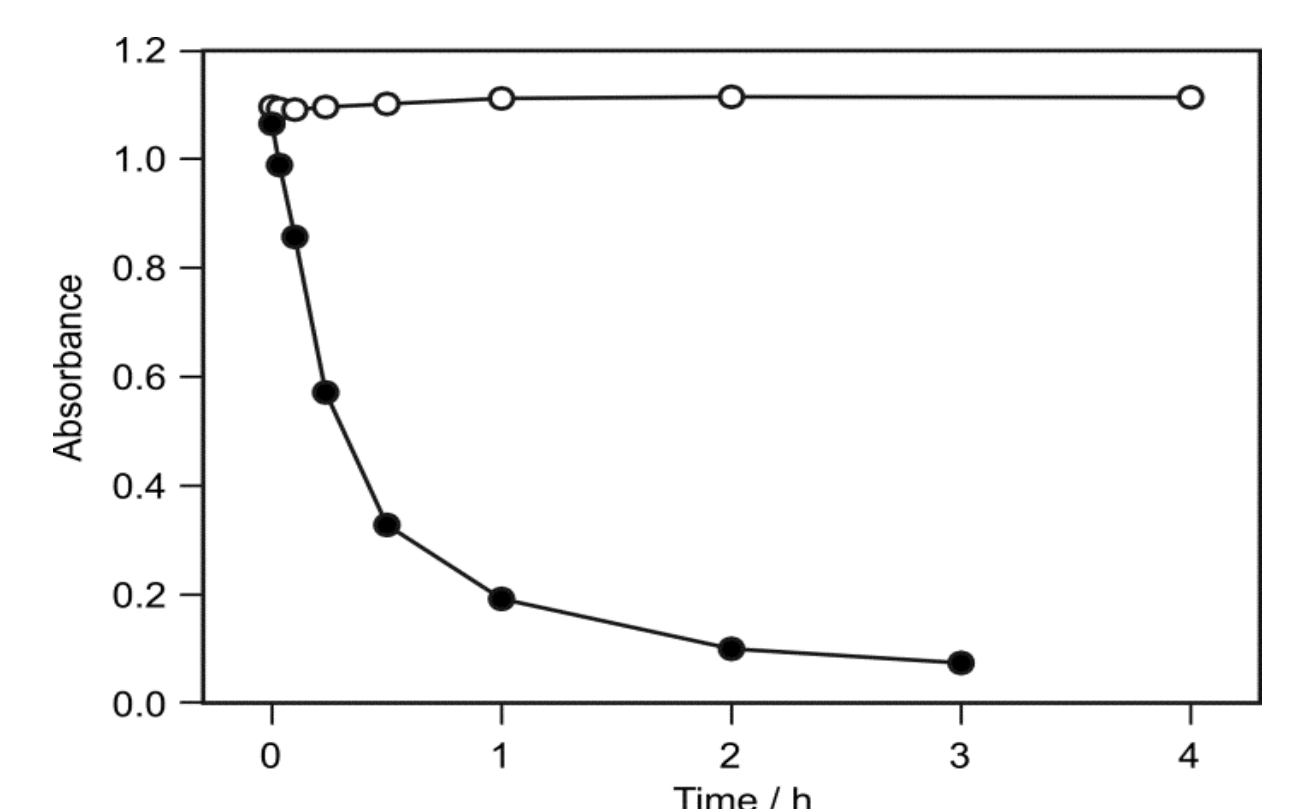


Abb. 4 — Lichtechtheit von Oxonin und OxoninZL [5]

#### B Konzentrationsunabhängige Farbe

Der Farbort von herkömmlichen Farbmitteln ist konzentrationsabhängig, da die Moleküle oder Partikel bei zunehmender Konzentration Aggregate, bzw. Agglomerate bilden. Bei TCP sind die Chromophore in den Poren des Zeoliths vereinzelt. Somit bleibt der Farbort auch bei hohen TCP-Konzentrationen konstant. Diese Eigenschaft ist vor allem für Fluoreszenzfarben interessant, da die Fluoreszenz oftmals durch Aggregation von Farbmolekülen gelöscht wird.

#### C Einfache Dispergierbarkeit

Dispersionen herkömmlicher Pigmente wie auch Lösungen herkömmlicher Farbstoffe können häufig nur mit grossem Aufwand hergestellt werden. Pigmente erfordern in der Regel den Einsatz von verschiedenen Dispergiermitteln, die auf die Bindematrix sowie die Pigmentoberfläche abgestimmt sein müssen und Farbstoffe werden oft stark derivatisiert. TCP bieten durch ihre gleichbleibende Oberfläche den Vorteil, dass sie sich einheitlich funktionalisieren und dispergieren lassen.

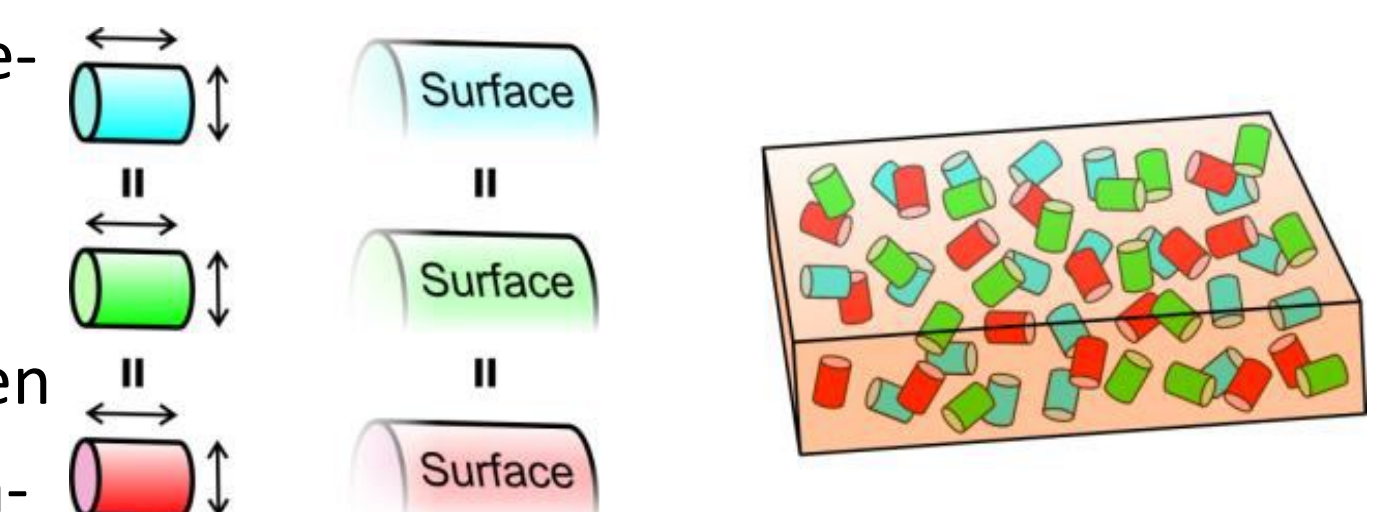


Abb. 5 — Partikelgrösse und Oberflächeneigenschaften sind unabhängig von der Farbe

#### D Formulierungsunabhängige Farbe

Herkömmliche Farbmittel zeigen in unterschiedlichen chemischen Umgebungen unterschiedliches Farbverhalten. Der Farbort ist dann vom Matrixsystem abhängig und nicht einfach zu berechnen. Da alle TCP (unabhängig vom Chromophor) die gleiche Zeolithoberfläche besitzen, können diese direkt gemischt und einheitlich dispergiert werden. Die Farben sind dabei unabhängig von der chemischen Umgebung und der resultierende Farbort einfacher berechenbar.

### Anwendungen

Die neue Pigmentklasse der **True Color Pigments** kann für verschiedene Anwendungen verwendet werden. Naheliegender für die Anwendung von Pigmenten ist natürlich das Färben und Bedrucken von Textilien, insbesondere wenn sich damit verbesserte Echtheiten erzielen lassen.

Generell können eine oder mehrere Eigenschaften der TCP zu verbesserten Produkteigenschaften führen oder aber die Farbgebungsprozesse effizienter und wirtschaftlicher gestalten. Denkbare Anwendungen gibt es neben den Textilfarben auch in anderen Bereichen wie Druckfarben für Papier, Industrielacke, Künstlerfarben, Biomarker und so weiter.

### Können wir Ihr Interesse wecken?

Dann kontaktieren Sie uns jederzeit hier oder mit den unten angegebenen Koordinaten:

#### Literatur:

- [1] Journal of Inorganic Biochemistry 101 (2007) 1958–1973: Thioindigo
- [2] RSC Advances 5, 98834–41 (2014)
- [3] J. Mater. Chem. 19, 8040–8067 (2009)
- [4] Monatshefte f. Chemie 136, 77–89 (2005)
- [5] M. Zäch, Bachelorarbeit, ZHAW, 2012.

#### Dank:

Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
Kommission für Technologie und Innovation KTI  
Förderagentur für Innovation

FNSNF  
SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS  
ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNG

#### Kontakt:

\*achim.ecker@zhaw.ch, +41 58 934 55 22

ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
ICBT Institut für Chemie und Biotechnologie  
Campus Reidbach RT 315, Postfach

Zürcher Hochschule  
für Angewandte Wissenschaften

zhaw Life Sciences und  
Facility Management  
ICBT Institut für  
Chemie und Biotechnologie