**Zeitschrift:** Ziegelei-Museum
**Herausgeber:** Ziegelei-Museum
**Band:** 23 (2006)

**Artikel:** Dekorative Dächer mit Glasur und Engobe
**Autor:** Fehr, Ernst
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-843946

**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:** 10.12.2025

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

# Dekorative Dächer mit Glasur und Engobe

von Ernst Fehr[1]

## Einführung

An einigen Orten der Schweiz sind schöne bunte Dächer zu sehen. In der Regel sind es ältere Gebäude wie Kirchen, Schlösser und Stadttore, deren Dächer mit Biberschwanz-Ziegeln gedeckt wurden. Diese Ziegelform eignet sich besonders gut zum Gestalten von geometrischen Motiven. Sie ermöglicht vor allem das Rautenmotiv in allen Grössen zu variieren (Abb. 1). Um 1900 waren auch gefärbte Falzziegel auf Villen und Herrschaftshäusern sehr beliebt.

Die primäre Farbe ist die Brennfarbe des Ziegelscherbens.[2] Sie hängt von der Behandlung und der Zusammensetzung der Ziegelmischung ab. In der Schweiz bewegt sie sich in der Regel im Bereich zwischen Gelb, Hellrot bis Dunkelrot. Diese Farbpalette kann mit weiteren Oberflächenaufträgen wie Begusstonen (Engoben) und farbigen Glasuren erweitert werden. Engoben können für sich alleine oder zusammen mit Glasuren aufgetragen werden.[3] Im Hochmittelalter sind Glasuren meist ohne Engobe verwendet worden. Im Spätmittelalter entdeckte man, dass die Farbwirkung der Glasur mit hellen Engoben gesteigert werden kann.[4] Besonders transparente Glasuren sind zwingend auf eine Engobe angewiesen, um satt und leuchtend zu sein.

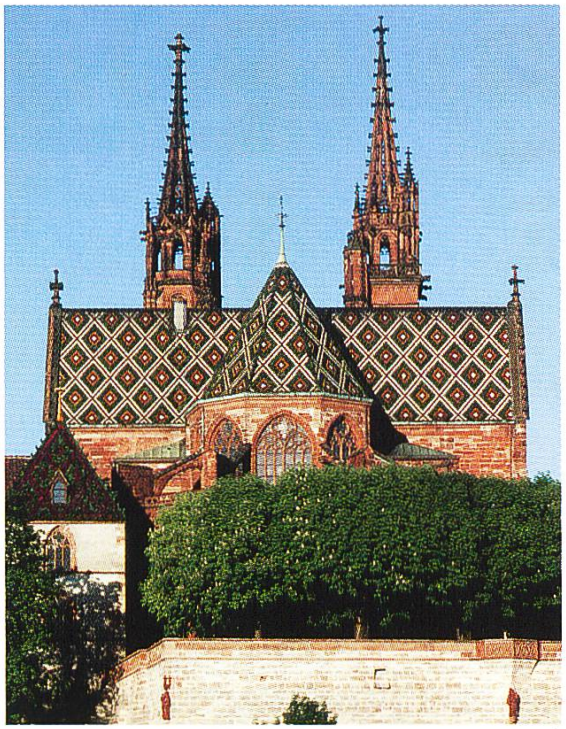


Abb. 1
Basler Münster, von Kleinbasel aus gesehen. Chor- und Querschiffdach mit Rautenmuster. Der Dachstuhl wurde 1887/88 durch eine Stahlkonstruktion nach Plänen von Architekt Eiffel ersetzt. Die Dachziegel sind von Villeroy-Boch. Sie sind von so vorzüglicher Qualität, dass das Dach seither nicht umgedeckt werden musste.

**Herstellung von Dachziegeln (Abb. 2)**

Damit die Anwendung von Engoben und Glasuren auf Dachziegeln möglich ist, müssen diese aufeinander abgestimmt sein. Daher sei zuerst auf die Rohstoffmischungen und die Verarbeitung eingegangen. Von einem Dachziegel wird erwartet, dass er ein Menschenleben lang das Gebäude vor eindringender Nässe schützt. Von den Tonvorkommen sind nur solche geeignet, die über lange Zeit in gleichmässiger Qualität abgebaut werden können. Wenn man Tongruben näher betrachtet, so fällt auf, dass sie aus vielen Schichten von verschiedener Mächtigkeit bestehen.

Hier müssen die geeignetsten Schichten ausgewählt werden. Diese müssen innigst gemischt und zugleich auf 1,0 mm Korngrösse verkleinert werden. Ab 1900 fand ein grosser Umbruch bei der Ziegelherstellung durch die einsetzende Mechanisierung und die neuartigen Brennöfen statt.

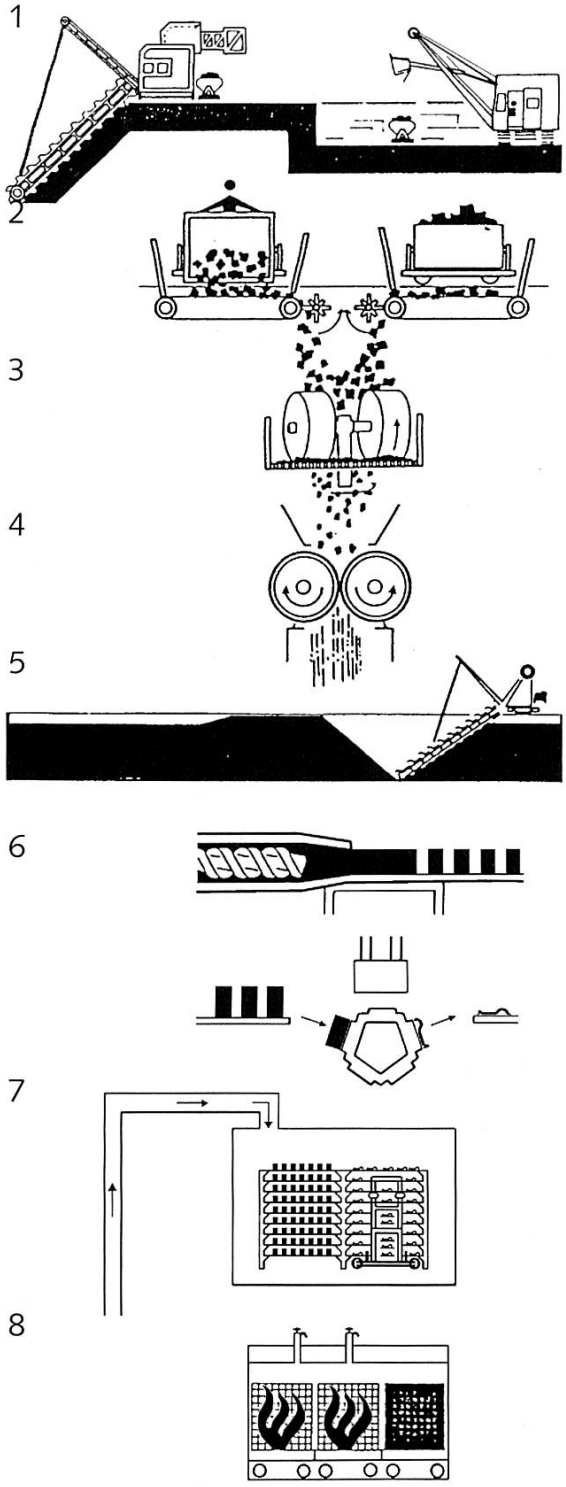



Abb. 2
Acht Stadien des mechanisierten Herstellungsprozesses von Dachziegeln.

1. Gewinnung: Je nach Vorkommen wird mit dem Eimerkettenbagger oder bei ausgewählten Schichten von grösserer Mächtigkeit mit dem Löffelbagger Ton abgebaut. Beim Eimerkettenbagger erfolgt eine erste Durchmischung.

2. Dosierung: Im Beschicker werden die Tone auf das Förderband gekippt. Je nach Laufgeschwindigkeit der Bänder wird das Mischungsverhältnis erreicht. Die Einzughaspeln sorgen für einen gleichmässigen Fluss des Materials.

3. Grobzerkleinerung: Im Kollergang rollen zwei tonnenschwere Läufer auf der Mahlbahn rundherum und zerquetschen das Gemisch. Dabei werden auch vorhandene Steine zu griesiger Grösse zerkleinert.

4. Feinzerkleinerung: Im Feinwalzwerk wird alles auf 1,0 mm Durchmesser zerkleinert. Der Verschleiss an den Walzen von der Grösse wie Ölfässer ist so gross, dass sie täglich nachgestellt werden müssen. Der Durchsatz wird verbessert, wenn sich eine Walze schneller dreht.

5. Lagerung: Durch wochen- bis monatelanges Lagern verbessert sich die Formbarkeit (Plastizität) wesentlich durch die gleichmässige Verteilung des Anmachwassers und durch den Einfluss von Bodenbakterien.

6. Formgebung: Die Strangpresse drückt den Lehm wie eine Wurstmaschine durch ein Mundstück und stösst ihn als endlosen Strang aus, der durch Abschneider in Backsteine oder Ziegel portioniert wird. Für die neuen Falzziegel ist ein weiterer Arbeitsgang mit der Revolverpresse nötig, wo Gipsmatrizen den Ziegel in seine Form pressen.

7. Trocknung: Mit der Abluft des Brennofens wird das Anmachwasser restlos verdampft. Die total trockenen Erzeugnisse werden dann auf die Brennofenwagen gesetzt.

8. Brennen der Ziegel: Die beladenen Wagen rollen ganz langsam durch den mit Schweröl oder Erdgas beheizten Tunnelofen. Die Wärme optimal ausnützend, wird das Brenngut in der ersten Zone mit den heissen Abgasen aufgewärmt. In der Brennzone wird es nach computergesteuerten Vorgaben gebrannt. Danach rollt es dem Ausgang entgegen und kühlt mit zunehmendem Abstand vom Feuer langsam ab.

## Brennen von Ziegelmischungen

Dachziegel müssen höheren Ansprüchen genügen als Backsteine. Das wird erreicht mit einem grösseren plastischen Anteil, einem kompakteren Aufbau der Kornanteile und einer höheren Brenntemperatur, bei der sich der Scherben mehr verdichtet, ohne sich zu verziehen.[5]

Ungebrannter Dachziegel (Abb. 3)
Den plastischen Anteil erkennt man an den blättchenförmigen Tonsubstanzteilchen. Diese stellen ausser der Plastizität auch die Kontaktflächen zum körnigen Tonanteil her. Beim Trocknen schwindet der Ton so lange, bis etwa die Hälfte des Anmachwassers verdampft ist. Die zweite Hälfte entweicht bis auf einen Rest von 1,5 bis 2,5 %. Erst beim langsamen Anheizen, im Bereich von 90 bis 110 °C, verdampft das so genannte Poren- oder Kapillarenwasser. Wird in diesem Bereich die Temperatur zu rasch hochgefahren, so kann das Brenngut explosionsartig zertrümmert werden.

Dachziegel, auf 850 °C gebrannt (Abb. 4)
Bis zu dieser Temperatur verkohlen und verbrennen die organischen Stoffe. Bei 650 °C ist auch das chemisch gebundene Wasser aus den Tonmineralien abgespalten. Ab 700 bis 850 °C entweicht das Kohlensäuregas ($CO_2$) des Kalkes und des Magnesites. Beide Stoffe reagieren nun lebhaft mit der Umgebung und bilden eine Reihe neuer Mineralien (Diopsid, Wollastonit, Plagioklas und Gehlenit). Bis 1050 °C ist die Bildung des keramischen Scherbens in vollem Gange.

Dachziegel, mit 1050 °C gar gebrannt (Abb. 5)
Ein Anteil des Scherbens ist bereits so zähflüssig, dass er die schwer schmelzbaren Mineralien einbindet und der Anteil offener Poren geringer wird. Dies ist besonders wichtig, weil man von einem Dachziegel erwartet, dass er über Jahrzehnte hinweg frostsicher ist. Es gibt verschiedene Prüfverfahren, um die Frostsicherheit festzustellen. Gemeinsam ist allen, dass der Ziegel mit Wasser gesättigt wird. Anschliessend wird er im Tiefkühlschrank, je nach Verfahren 30- bis 100-mal, eingefroren und dann wieder aufgetaut. Übersteht der Ziegel diese Behandlung ohne Risse oder flächige Absprengungen, gilt er als frostsicher.

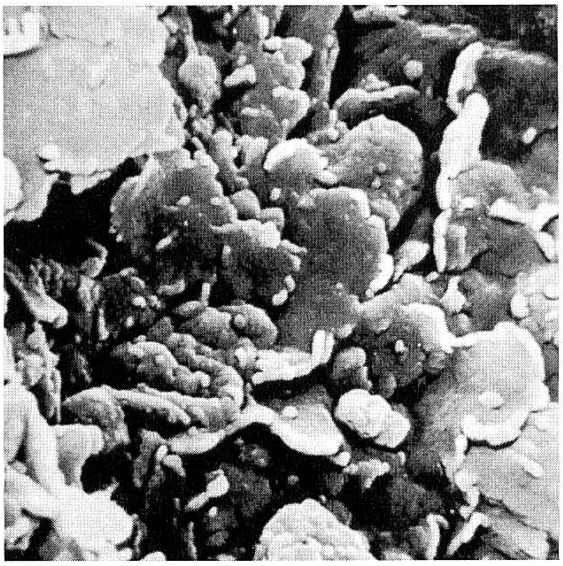


Abb. 3
Tonplättchen des ungebrannten Dachziegels; 1760-mal vergrössert.

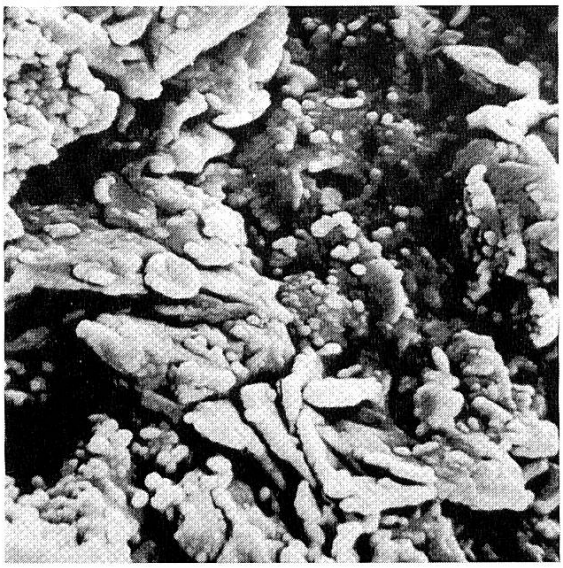


Abb. 4
Beginnende Bildung von neuen Mineralphasen ab 850 °C; 4800-mal vergrössert.

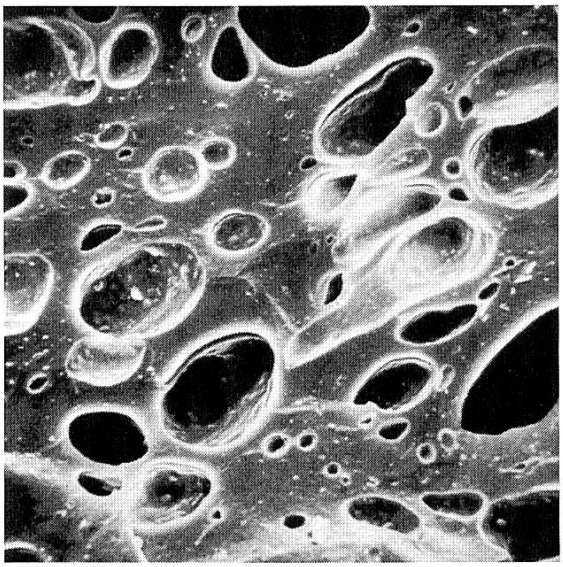


Abb. 5
Glasartiger Charakter der Dachziegelmischung bei Garbrand auf 1050 °C; 800-mal vergrössert.

## Zwei Ziegeltone im Vergleich

Die nachstehenden Tabellen stellen die Dachziegelmassen von Frick und Rapperswil vor und nach dem Brennen auf 1050 °C einander gegenüber. Anstelle der chemischen Analysen sind die Mineralanalysen aufgeführt, weil die keramischen Zusammenhänge besser sichtbar sind.

Im Vergleich der beiden Produkte aus Frick und Rapperswil sind diese im Streubereich der erprobten und brauchbaren Mischungen dargestellt. Für beide gelten auch die Voraussetzungen, die bei der Anwendung von Engoben (Begussmassen) und Glasuren wichtig sind.

| Frick | Mineralien vor dem Brand | Rapperswil |
|---|---|---|
| 61 % | Tonmineralien | 52 % |
| 25 % | Quarz | 22 % |
| 8 % | Karbonate | 14 % |
| 6 % | Feldspat | 12 % |

| Frick | Mineralien nach dem Brand | Rapperswil |
|---|---|---|
| 40 % | Quarz | 30 % |
| 22 % | Plagioklas | 15 % |
| 5 % | Wollastonit | 11 % |
| 6 % | Diopsid | 17 % |
| 4 % | Gehlenit | 6,5 % |
| 5 % | Hämatit | 4,5 % |
| 4 % | Sanidin | 3 % |
| 14 % | Glühverlust | 13 % |

Abb. 6 Mineralien der Dachziegelmassen von Frick und Rapperswil BE vor und nach dem Brand bei 1050 °C.

Der Versatzanteil der Tonmineralien setzt sich zusammen aus 40 bis 60 % Illit. 5 bis 10 % ist der sehr bildsame Montmorillonit. Das Glimmermineral Chlorit ist mit 20 bis 30 % vertreten. Diese drei Tonmineralien reagieren bei der Bildung des Scherbens bei Temperaturen von 700 bis 1050 °C. Das hochfeuerfeste Tonmineral Kaolin (Hauptrohstoff von Porzellanmassen) kommt selten und nur in kleinen Mengen vor.

Beim feuerfesten Quarz liegen die Anteile nur wenig auseinander (siehe Mineralien, ungebrannt). Dessen Wirkung auf die Brennschwindung und Scherbenfestigkeit hängt aber wesentlich von der Korngrösse ab. Als saurer Bestandteil im Gesamtgemisch beginnt er mit den basischen Stoffen ab 850 bis 950 °C kräftig zu reagieren. Die Karbonate Kalk und Dolomit beginnen bereits bei 700 °C chemisch zu reagieren, indem sie das Kohlensäuregas abspalten und dann Wollastonit und andere CaO-Verbindungen bilden. Kalk hellt auch die Scherbenfarbe auf.

Der Gewichtsverlust der lufttrockenen Ziegelmasse durch das ausgetriebene, restliche Porenwasser bei 110 °C gibt Aufschluss über eine gute oder schlechte Formbarkeit. Der brauchbare Bereich liegt bei 1,5 bis 2,5 %. Liegt dieser Wert bei 3 % und höher, so platzen die Formlinge beim Anheizen. Das Eisenoxid Hämatit, welches je nach Menge dem Scherben seine Farbe gibt, schwankt von 2 bis 8 %.

Der Farbbereich von Dachziegeln umfasst die Farben Beige, Hellrot, kräftiges Ziegelrot bis dunkles Rotbraun. Für die Brennfarbe sind der Gehalt an Hämatit und die Brenntemperatur ausschlaggebend.

# Engoben

## Warum Engoben?

Bei der Verwendung von Engoben auf Dachziegeln geht es in den meisten Fällen darum, sie mit einer gefälligeren Farbe zu versehen. Bauten mit besonders gestalteten bunten Dächern kommen schon im Mittelalter vor und zeichnen besondere Häuser wie Kirchen, Stadttore, Schlösser und Herrschaftshäuser aus. In der Regel war die Engobe von einer dunkleren Farbe als der blassrote natürliche Scherben (der Ziegler versteht unter Scherben den rohen, ungebrannten Scherben wie auch den gebrannten Ton). Wenn auch Glasuren verwendet werden, so entsteht eine breitere Farbpalette. Ergänzend ist zu sagen, dass in der Regel bloss rein rotfarbige bis schwarze Engoben nicht glasiert werden.

## Engobe = Begusston

Wie das Wort Begusston schon vermuten lässt, sind Engoben mit Wasser aufgeschlämmte Tone. In der Farbreihe hellrot bis schwarz eignen sich fette rotbrennende Tone, die keinen Kalk enthalten, denn Kalk bleicht die Rotfärbung des Eisenoxides bei der Garbrandtemperatur über 1000 °C. Ohne weisse Engobe ergeben die meisten Glasuren eine uninteressante Mischfarbe. In der Farbenreihe Weiss bis Gelb oder Weiss bis Grün sowie Weiss bis Blau werden weisse, fette Tone als Begusstone verwendet. Alle ergeben brauchbare Mischungen.
Das Auftragen und Brennen der Engoben und Glasuren erfolgt in der Regel in lufttrockenem Zustand. Der Scherben wird dann nur einmal bei 1000 bis 1050 °C gebrannt.

Gelb 1: Begusston Weiss 92–88 %, Neapelgelb 8–12 %. Neapelgelb ist Bleiantimonat (GK 2), verliert aber ab 1000 °C zusehends die Farbe und wird weiss.

Gelb 2: Zuerst wird eine weisse Engobe übergossen und dann darüber eine gelbe, durchsichtige und glänzende Glasur; so entsteht eine zuverlässige Glasur.

Bei den folgenden Mischungen wird gleich vorgegangen wie beim zweiten Gelb.

Blau: Begusston Weiss 92–96 %, Kobaltoxid 8–4 %.

Grün: Begusston Weiss 96–96 %, Kupferoxid 4–8 %. Grün entsteht auch, wenn eine gelbe Glasur auf eine mittelblaue Engobe übergossen wird.

Schwarz: Begusston Rot 88–84 %, Manganoxid (Braunstein) 12–16 %.

Rot bis Braun: Roten und schwarzen Begusston mischen, bis der gewünschte Farbton entsteht.

Rot bis gebrochenes Weiss: Roten und weissen Begusston mischen, bis der gewünschte Farbton entsteht.

## Vorkommen von Engobe-Tonen

Im Buch «Die schweizerischen Tonlager» werden 318 Ziegeleien aufgeführt.[6] Jene Ziegeleien, die auch Dachziegel herstellten, dürften in der Minderheit gewesen sein. Ebenso werden in der Schweiz selten reinfarbige rote Tone sowie solche, die eine weisse Brennfarbe haben, gefunden. Um einen grösseren Feinanteil an Tonmineralien zu erhalten, muss ein aufwändiges Schlämmverfahren angewendet werden.

Im Jura werden mehrere Gruben von Huppererden erwähnt. In Lengnau muss das wichtigste Vorkommen gewesen sein mit einer Mächtigkeit von 12 m Breite und 16 m Länge; die Tiefe wird mit 6 m angegeben, ohne die Sohle des Vorkommens erreicht zu haben. Die Heimberger Töpfereien sowie Kunden in Deutschland, Frankreich und Amerika sind angegeben. Für sie waren diese Vorkommen besonders wichtig. Auch die Ziegeleien werden ihren Bedarf von dort bezogen haben. Eine weitere Grube im Jura ist bekannt in Bürenberg, jedoch mit zweitklassiger Ware. Der Abbau von guter Qualität in Welschenrohr wurde jäh unterbrochen, weil in unfachmännischer Art abgebaut wurde und ein Erdrutsch den Zugang verschüttete.

In den Jahren nach 1970 wurde in Loveresse mit einer Pilotanlage Sand vom Moron aufbereitet. Ausser feinem Sand fiel auch ein Anteil von 15 % an feinstem weissem Ton an. Als die Feuerfestindustrie, die Glashütten, die Porzellanwerke und die Fachschule für Keramik in Bern mit grösseren Proben beliefert waren, kam für die Spekulanten die Ernüchterung, weil das taschenförmige Vorkommen bereits ausgebeutet war.

## Aufbereitung von Engobe-Ton

Das Schlämmen von Engoben aus dem sandigen Material war einfach, aber sehr zeitaufwändig. Man brauchte hierfür drei Behälter mit 200 bis 300 Liter Inhalt. Im ersten wurde das Wasser und anschliessend der trockene, auf Baumnussgrösse zerkleinerte Rohton im Verhältnis 5 zu 1 eingefüllt. Nach drei Wochen Einsumpfzeit wurde kräftig aufgerührt und das Ganze durch das 0,2-mm-Sieb geschüttet. Der zweite und dritte Behälter wurden übereinander aufgebaut. Das Gesiebte schüttete man in den oberen Behälter. Nach Wochen liess man das überstehende Wasser und den feinsten Anteil des Tones getrennt abfliessen. Im zweiten Behälter blieb der Feinsand zurück. Dieser fand eine besondere Verwendung: In Thun hatte die Armee einige tausend Militärpferde, deren Hufe mit diesem Sand poliert wurden. Eine Füllung Ton war nach mehreren Wochen fertig. Damit die erprobte Qualität immer gleich blieb, musste der Zeitplan genau eingehalten werden.
Heute werden die Engoben und Glasuren von Spezialfirmen bezogen.

## Wie gut haften Engoben auf dem Scherben?

Mit einem einfachen Versuch kann man feststellen, wie gut die Engoben mit den Scherben verbunden sind. Aus der Dachziegelmasse werden Prüfstäbe geformt, die im frischen Zustand 200 mm lang, 40 mm breit und 6 mm dick sind. Im lufttrockenen Zustand werden die Plättchen einseitig engobiert und stehend gebrannt.

Auswertung (Abb. 7, 8): Auf der nicht engobierten Seite wird nach dem Brand ein 150 mm langes Lineal angelegt und mit dem Massstab der entstandene Zwischenraum gemessen. Je grösser der Kalkgehalt ist, umso schlechter haftet die Engobe auf dem Scherben. Als Grenzwert gilt etwa ein Zwischenraum von 3 mm. Man muss aber bereits mit einer geringeren Kantenfestigkeit rechnen. Ideal wäre 1 mm oder gar 0,5 mm im positiven Bereich. Probeplättchen Nr. 4 besteht aus Klinkerton und ist mit Man-

ganschwarz engobiert, und Nr. 5 wurde mit kupfergrüner Engobe begossen. Die beiden färbenden Oxide sind kräftige Flussmittel, welche einen annähernd gleichen Brennschwindungsverlauf bewirken wie Ziegelscherben.

Was für Kräfte wirksam sind, zeigt sich besonders bei den Proben 1 und 2. Beim Brennen auf 1020 °C schwindet der Scherben wegen seiner Zusammensetzung viel zu viel. Bei Nummer 2 wurde eine Engobe aufgetragen, die eine Brennschwindung von 4 % hat und schon ist die Krümmung um ein Mehrfaches kleiner. Bei Prüfplättchen 1 bis 3 wird mit drei verschiedenen weissen Engoben gezeigt, wie stark die Haftung der Engobe vom Kalkgehalt der Dachziegelmasse abhängig ist (vgl. Tabelle Abb. 8). Es liegt also am Kalkgehalt der Dachziegelmasse, dass eine solche Krümmung zustande kommt.

Wie die nächste Grafik (Abb. 8) zeigt, ist der Verlauf der Brennschwindung beim Dachziegel zu verschieden von der Engobe, um eine gute Verbindung zu bilden. Ausser der ungleichen Brennschwindung haben die Ausblühungen auf dem lufttrockenen Scherben eine lockere Bindung zur Folge. Dachziegel werden nur einmal gebrannt. Deshalb werden Glasuren direkt auf die Engobe aufgeschüttet.

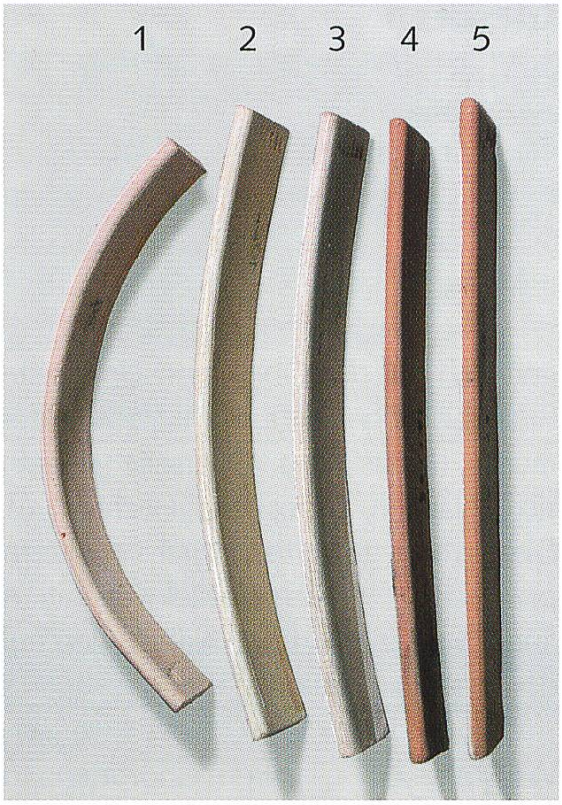
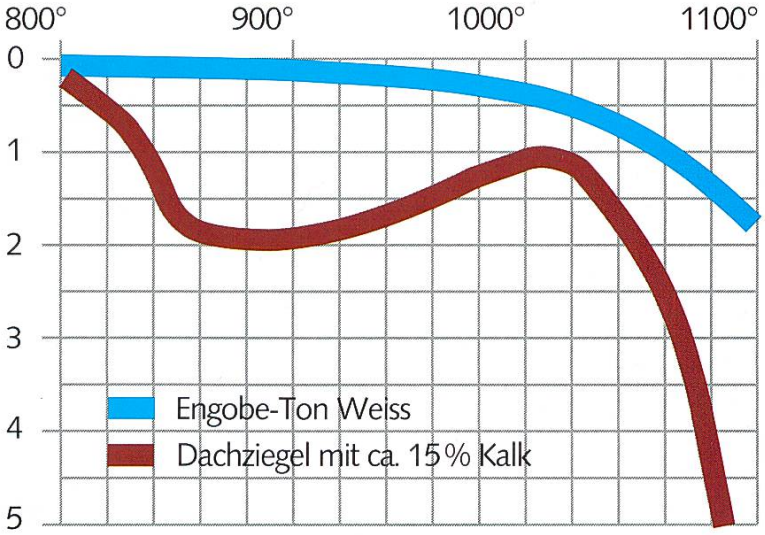



Abb. 7
Prüfserie mit einseitig engobierten Prüfstäben.

Abb. 8
Verzugverhalten der engobierten Prüfstäbe aufgrund des Kalkgehaltes.

Abb. 9
Ungleiche Brennschwindung führt zu schlechter Haftung.

| Nr. | Kalkgehalt | Schwund: Scherben | Schwund: Engobe | Ausbuchtung |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 34 % | 4 % | 1,5–2 % | 34 mm neg. |
| 2 | 34 % | 4 % | 4 % | 10 mm neg. |
| 3 | 28 % | 2 % | 0–1 % | 8 mm neg. |
| 4 | 0–3 % | 0,5–1,5 % | 0–1 % | 1 mm neg. |
| 5 | 20 % | 0–1 % | 0 % | 0,5 mm pos. |



# Glasuren

## Allgemeines

Glasuren sind glasartige, in der Regel dichte Überzüge auf dem keramischen Scherben oder der Engobe. Bei Dachziegeln sind sie vor allem ein Schutz, damit sie nicht verschmutzen. Als Schmutz lagert sich auf der Ober- und Unterseite Russ aus den Feuerungen ab. Auf der rauen, unglasierten Oberseite siedeln sich Pflanzen, Moos und Flechten an. Die Farben glasierter Ziegel verwittern praktisch nicht. Auch die Kleinvegetation findet weder Halt noch Nährboden auf der Glasur.

Will man die Glasuren einordnen, so gibt es nach Aussehen immer drei Kriterien:

| | | |
|---|---|---|
| 1. durchsichtig (transparent) | 2. gefärbt oder farblos | 3. glänzend oder matt |
| 1. deckend (opak) | 2. gefärbt oder farblos | 3. glänzend oder matt |

## Wichtige Glasurrohstoffe

**1. Quarz (Kieselsäure):** Glasbildender Teil in jeder Glasur, schwer schmelzbar bei 1600 °C, farblos. Mehrere Mineralien, wie zum Beispiel Feldspate, sind quarzhaltig. Diese schmelzen in einem Bereich von 1150–1300 °C und sind im oberen Schmelzbereich bereits zu Glas geschmolzen.

**2. Flussmittel mit einem Schmelzbereich unter 1000 °C:** Blei kennt man seit langem als wichtiges Flussmittel mit einem sehr tiefen Schmelzbereich. Bleiverbindungen sind giftige Stoffe, die nur mit den nötigen Schutzmassnahmen verarbeitet werden dürfen. Die Bor- und Alkaliverbindungen haben mit Ausnahmen den Nachteil, dass sie wasserlöslich sind und manchmal bis 90 % als Fritte vorgeschmolzen werden. Das Geschmolzene – die Fritten – werden fein gemahlen und dann noch mit Kaolin als Schwebemittel und Klebemittel versetzt.
Kommt die Ware mit Abplatzungen aus dem Ofen, muss der Anteil an Natrium und Kalium erhöht werden. Tritt das Gegenteil auf, also Haarrisse, so wird der Boranteil im Rohstoff erhöht. Dachziegel bekommen beim Altern immer Haarrisse, weil sie über Jahre hinweg mit der Feuchtigkeitsaufnahme wachsen und schwinden. Die Glasur hingegen macht die Dehnung nicht mit, sondern reagiert mit Rissen.

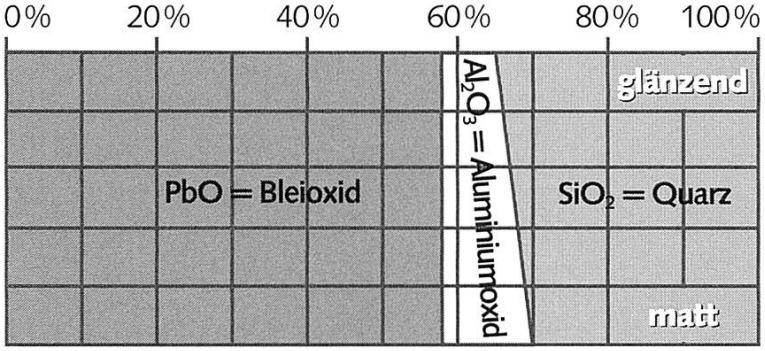
**3. Flussmittel mit Schmelzwirkung über 1000 °C:** Die Erdalkalien Magnesium (Mg), Kalzium (Ca), Barium (Ba) und Strontium (Sr) als Karbonate oder Silikate sind vorwiegend Flussmittel in Glasuren für Steinzeug und Porzellan.

**4. Kaolin oder weissbrennende fette Tone:** Beim Verarbeiten der Glasur verhindert Kaolin das Absitzen (Entmischen) der Glasur und ist Grund dafür, dass diese beim Hantieren während des Ofenbesatzes nicht abfällt.
Kaolin ist ein Aluminiumsilikat, welches die Glasurbildung fördert und besonders die Mattierung von Glasuren bewirkt. Wenn die Mischung ein Verhältnis von 1 $Al_2O_3$ zu 3 $SiO_2$ aufweist, wird die Glasur matt. Ist das Verhältnis aber 1 $Al_2O_3$ zu 5 $SiO_2$, so wird die Glasur glänzend aus dem Ofen kommen (Grafik und Rezept Abb. 10 oben) .

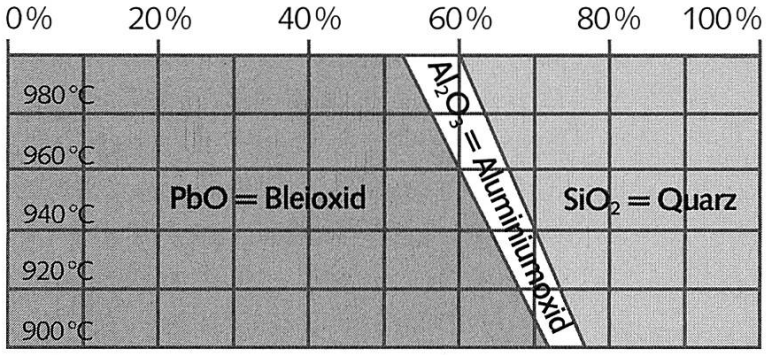
## Vorgänge in der Glasurschmelze

Das Rohstoffgemenge aus Flussmittel, Kaolin und Quarz schmilzt zu einer Glasur. Der Schmelzbereich (nicht Schmelzpunkt) einer Glasur kann durch Verändern der entsprechenden Rohstoffanteile der Brennhöhe des Scherbens angepasst werden (siehe Grafik Abb. 10 unten).

Die Rohstoffteilchen reagieren zuerst an ihrer Oberfläche miteinander, sie sintern (verglasen) und gehen bei steigender Temperatur in ein geschmolzenes Glas über. Im Zwischenbereich von Glasur und Scherben lösen sich Scherbenanteile in der Glasur und bilden die so genannte Zwischenschicht. Je feiner die Teilchen sind und je langsamer die Temperatur ansteigt, umso niedriger wird der günstigste Schmelzbereich erreicht.
Kühlt die Glasur um 200 bis 300 °C ab, so erstarrt sie. Bei entsprechender Rohstoffkombination entstehen Mattglasuren.




| Rohstoffe | glänzend | Menge |
|---|---|---|
| Bleioxid | PbO | 58 % |
| Kaolin | $Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2 \cdot 2\,H_2O$ | 10 % |
| Kaolin gebrannt | $Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2$ (Molochit) | 9,3 % |
| Quarzmehl | $SiO_2$ | 24 % |
| | **matt** | |
| Bleiglätte | PbO | 58 % |
| Kaolin | $Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2 \cdot 2\,H_2O$ | 10 % |
| Kaolin gebrannt | $Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2$ (Molochit) | 18 % |
| Quarzmehl | $SiO_2$ | 17 % |




| Rohstoffe | glänzend | Menge |
|---|---|---|
| Bleiglätte | PbO | 52 % |
| Kaolin | $Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2 \cdot 2\,H_2O$ | 10 % |
| Kaolin gebrannt | $Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2$ (Molochit) | 9,3 % |
| Quarzmehl | $SiO_2$ | 30 % |
| | **glänzend** | |
| Bleiglätte | PbO | 72 % |
| Kaolin | $Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2 \cdot 2\,H_2O$ | 12,6 % |
| Quarzmehl | $SiO_2$ | 17 % |

Abb. 10

oben: Rezeptgrafik für **glänzende bis matte,** durchsichtig-farblose Glasuren im Brennbereich von 1000 °C. Die Rezeptur für matte Glasur ist abhängig vom Anteil an gebranntem Kaolin zu Lasten des Quarzmehls.

unten: Rezeptgrafik für **glänzende,** durchsichtig-farblose Glasuren im Brennbereich von 900 bis 1000 °C. Die Rezeptur ist abhängig von der Brenntemperatur.

Aufgrund der Giftigkeit (Giftklasse 2) werden heute bleifreie Glasuren verwendet.

| Formel | Name | Zusatzmenge | Färbung | Fluss-mittel | schwer schmelz-bar |
|---|---|---|---|---|---|
| $SnO_2$ | Zinnoxid | Glasur 10–15% | weiss | | X |
| $Fe_2O_3$ | Eisenoxid rot | 1– 4%<br>4– 8% | Glasuren: gelb<br>braun | X | |
| $MnO_2$ | Manganoxid | 12–20%<br>6–10% | Engobe: braun-schwarz<br>Glasuren: schwarz | X | |
| CuO | Kupferoxid | 10–16%<br>4– 8% | Engobe: grün-schwarz<br>Glasuren: grün-schwarz | stark<br>X | |
| $Cr_2O_3$ | Chromoxid | 4– 8%<br>1– 4% | Engobe: hell-dunkelgrün<br>Glasuren: hell-dunkelgrün | | stark<br>X |
| CoO | Kobaltoxid | 2– 8%<br>1– 4% | Engobe: hell-dunkelblau<br>Glasuren: hell-dunkelblau | X | |
| NiO | Nickeloxid | 2– 5% | Glasuren: grau | | X |
| Si - Sn - Ca - Cr | Pinkfarb-körper | 5–10% | Anwendung: Glasuren + Malfarben | | X |
| $V_2O_3$ Pr | Vanadiumoxid Präsodym | keine Angaben (Patentschutz) | Gelbfärbende Farbkörperbestandteile | | X |

Abb. 11
Wichtige Oxide zum Färben von Engoben und Glasuren

## Farbgebung der Glasuren

Die färbenden Zusätze zur Grundglasur sind zum grösseren Teil Flussmittel, im Gegensatz zu den anderen, schwer schmelzbaren Rohstoffen (Kaolin und Quarz). Viele sind als Oxide und als Karbonate erhältlich. Welches Produkt bevorzugt wird, kann von der Naturfarbe, der Mahlfeinheit oder auch vom Preis abhängig sein. Für etliche Zwischenfarbtöne werden farbgebende Gemische zusammengeglüht, z. B. Pink = Si-Sn-Ca-Cr, Schwarz = Co-Cr-Fe-Ni, Gelb = Zr-Si-Pr und noch etwa weitere 15 Gemische ergeben die so genannten Farbkörper. Allen gemeinsam ist die hohe Anwendungstemperatur von 1250 bis 1300 °C.

Abb. 12
Ziegel von der christkatholischen Kirche Bern von 1987. Oben rechts sind beim Übergiessen mit weisser Engobe Überläufe entstanden. Auf der rechten Seite und unten ist die Engobe gelblich, weil auch die Glasur Überläufe bildete. Auch die zwei Auflagen zeigen Spuren von Engobe und Glasur. Auf der Oberseite des Ziegels «brannte» die Engobe aus (gewünscht oder nicht?).

## Geschichte

Glasuren und Engoben treten in der Geschichte der Keramik schon erstaunlich früh auf. Im Verlaufe der Zeit wusste man sich mit verschiedenen Mitteln zu helfen. Nur die prähistorische Keramik musste noch ohne Glasur auskommen. Im Vorderen Orient stellte man bereits im Altertum Glasuren mit Aschen und Salzen her. Im Mittelalter verwendete man Bleiborglasuren. In Ostasien hat man Steinzeug und Porzellan erfunden und vor 2000 Jahren Feldspat-Kalkglasuren entwickelt.

### Ziegelproduktion «einst und jetzt»

Man könnte auch sagen: Von der Knochenarbeit der Ziegler zur voll automatisierten Ziegelei.

Noch vor hundert Jahren war von den etwa 300 Ziegeleien der grösste Teil nur im Sommer in Betrieb und dürfte eine willkommene Nebenbeschäftigung der ländlichen Bevölkerung gewesen sein. Ziegeleien, die heute in der Schweiz noch Dachziegel produzieren, lassen sich an den Fingern beider Hände abzählen. Dies kommt nicht etwa von der mangelnden Nachfrage her, sondern von der geringen Tonqualität für Dachziegel, teils weil die Tongruben ausgebeutet sind. Sicher haben auch die Bodenspekulation, der Preisdruck der Konkurrenz und natürlich die hohe Produktivität der mechanisierten Ziegeleien, deren Ausstoss in keinem Vergleich steht mit der früher produzierten Menge, dazu beigetragen.

Die Beschaffung der Rohstoffe für die Engoben erfolgt heute im Ausland. Das Angebot von Fertigmischungen auf Wunsch der Kunden hat sich in den letzten Jahrzehnten durchgesetzt. Von den schweizerischen Produzenten bevorzugte Tongruben liegen im Westerwald (zwischen Koblenz und Köln).

Was sich im Tongeschäft abspielte, hat auch eine Parallele bei den Glasurproduzenten. Vor mehr als hundert Jahren, so erzählte der ehemalige Töpfer Fritz Stegmann, hätte man folgendes Glasurrezept gekannt:
1 Schüssel Bleiglätte und 1 Schüssel Huppererde aus dem Jura wurden aufgeschlämmt und fein abgesiebt. Die Nachprüfung ergab, dass die Huppererde neben dem Quarz auch die nötige Menge Ton enthielt, was den Kaolin ersetzte.

Eine andere Geschichte stammt aus dem Rezeptbüchlein von 1725 vom Hafner David Pfau in Winterthur[7], aus dem ein Muster für weisse Glasur wiedergegeben ist. Die originale Schreibweise wurde beibehalten; parallel dazu wird versucht, das Rezept in die heutige Schreibweise umzurechnen.

| *27. Gut weis* | | Gute weisse Glasur | | |
|---|---|---|---|---|
| *Blei* | *4 Pfund* | 32 % | Bleioxid | $PbO$ |
| *Zinn* | *2 Pfund* | 16 % | Zinnasche | $SnO_2$ |
| *Salz* | *1½ Pfund* | 12 % | Kochsalz | $NaCl$ |
| *Stein* | *3 Pfund* | 24 % | Quarz | $SiO_2$ |
| *Glas* | *2 Pfund* | 16 % | Glasscherben | |
| | | 100 % | | |

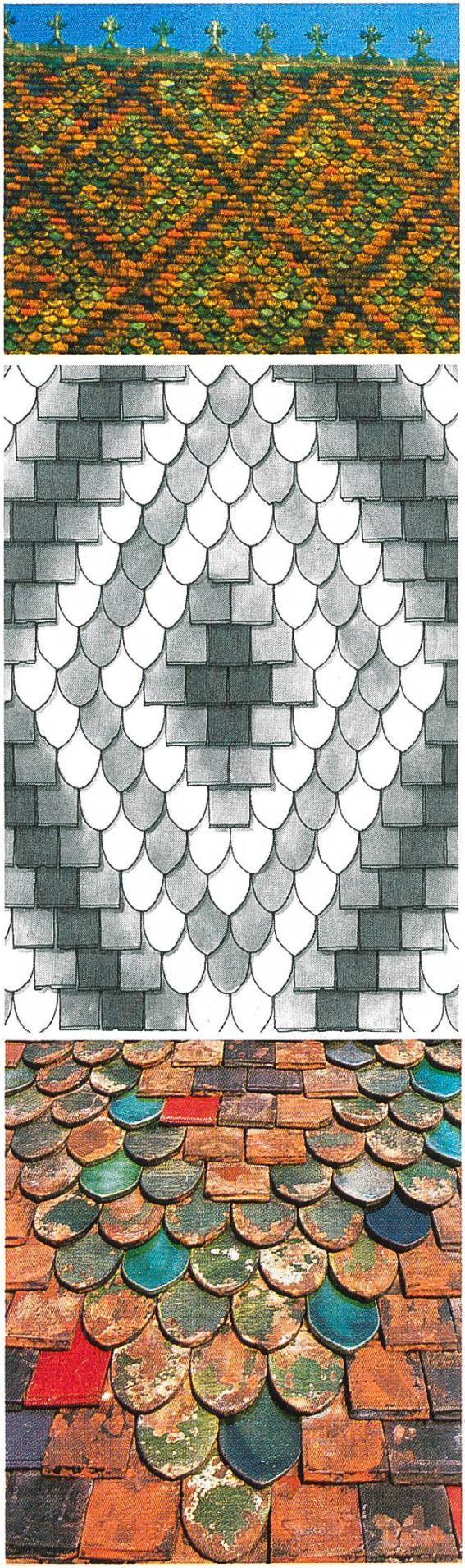


Abb. 13
Basel, Niklauskapelle nach der Restaurierung 1989:
oben: Dachfläche und Firstziegel.
Mitte: Zeichnung des Rautenmusters.
unten: Detail aus dem umgedeckten Dach.

**Basel, Niklauskapelle**[8]

Die Niklauskapelle liegt an der Südostseite des Basler Münsters. Ihr Dachstuhl datiert von 1374. Die bunte Eindeckung entstand gleichzeitig mit dem Bau, spätestens aber vor dem Konzil von 1431, das in dieser Kapelle eröffnet worden ist.

Das Dach hat im Verlauf der 600 Jahre stark gelitten, und das Rautenmotiv war nur noch schwer zu erkennen. Der Restaurierung von 1989 ist eine sorgfältige Analyse des Ziegelbestandes und des Verlegemusters vorangegangen. So konnten 85 % der bisherigen Ziegel wieder verwendet werden. Bemerkenswert ist die Arbeit des Dachdeckers, der es verstanden hat, eine so grosse Dachfläche ausgeglichen zu decken.

Dennoch sieht man gut, wie der Zahn der Zeit an den Dachziegeln nagte. Die flaschengrüne Glasur litt am meisten unter dem Klima. Schon der Temperaturwechsel von Tag und Nacht und besonders der Frostwechsel lockerte die weisse Engobeschicht unter der Glasur. Es ist diese Zwischenlage aus einer weissen Begussmasse, die der transparenten grünen Glasur ihre saftige Farbe verleiht. Im unteren Bildausschnitt wurden einige neue grüne Ziegel verwendet. Auch diese wurden engobiert und sind erkennbar an der weissen durchschimmernden Kante des so genannten Gotischschnitts. Dass ihnen die Tiefe des ursprünglichen Grüns fehlt, liegt wohl an der Glasur, die heute aus hygienischen Gründen kein Blei mehr enthalten darf.

Bei schwarz gefärbten Dachziegeln haftet die Engobe besser auf dem Ziegelscherben dank der sich bildenden Zwischenschicht der Engobe im Brande.

**Résumé**
Ernst Fehr, ancien professeur spécialisé en céramique, s'est intéressé toute sa vie aux argiles et émaux, en particulier à leurs coloris.

La couleur des tuiles de couverture est déterminée par trois facteurs: le premier est la teinte de la terre cuite elle-même. Celle-ci dépend de la composition du mélange argileux et de la température de cuisson. En Suisse, les couleurs les plus fréquentes sont le beige, le rouge clair et les tons variant entre un rouge brique soutenu et un rouge-brun foncé.
Si la teinte naturelle de la terre ne convient pas, on peut la recouvrir d'un engobe. Les engobes sont des nappages d'argile délayés à l'eau, appliqués en couche mince sur la surface de la tuile. Les couleurs usuelles en sont: jaune, bleu, vert, noir, ainsi que les gammes s'étendant du rouge au brun et du rouge au blanc cassé. Les engobes réagissent différemment en fonction du matériau de support.
Les émaux offrent la troisième possibilité d'intervenir sur la couleur. Il s'agit d'enduits vitreux usuellement épais, que l'on applique soit directement sur la tuile, soit sur un engobage préalable. Ils se composent de quartz, de kaolin et d'un matériau fondant chargé d'abaisser la température de fusion, en général élevée (p. ex. l'oxyde de plomb, PbO). La teneur en kaolin calciné ($Al_2O_3 \cdot 2\ SiO_2$) détermine l'apparence mate ou brillante de la glaçure.

Pour finir, l'auteur présente la chapelle St-Nicolas de la cathédrale de Bâle, un exemple caractéristique de toit polychrome du Bas Moyen Âge.

**Kurzbiografie**
Ernst Fehr war zwischen 1945 und 1970 in neun verschiedenen keramischen Werkstätten in der Schweiz tätig. Nach einem Studienjahr an der Akademie für angewandte Kunst in Wien arbeitete er 22 Jahre lang an der Fachschule für Keramik in Bern als technischer Leiter der Abteilung.

Der Autor stellt sich gern für Fragen und weitere Diskussionen zur Verfügung.

**Adresse des Autors**
Ernst Fehr
alt Fachlehrer für Keramik
Schlossstrasse 5
3098 Köniz

Abb. 14
Basel, Münsterplatz 8, Sammlung Lareida Inv.-Nr. 33008: Gotischschnitt, kupfergrüne transparente Glasur z. T. auf weisser Engobe, ca. 15./16. Jh., 16,5 x 43 cm (MST 1:10).

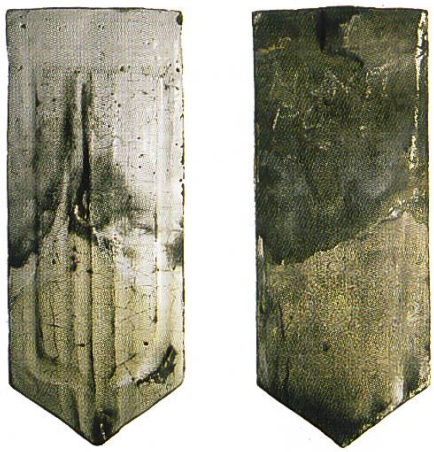


Abb. 15
Basel, Münsterplatz 15, Sammlung Lareida ohne Inv.-Nr.: Spitzschnitt, vollflächig weisse Fayenceglasur auf hellem Scherben, ca. 18. Jh., 16,5 x 42 cm (MST 1:10).

## Abbildungsnachweise

Abb. 1: Foto Andreas Gerth, Basel.
Abb. 2: aus einem Firmenprospekt.
Abb. 3–5: Schweizerische Geotechnische Kommission, ETHZ, Zürich.
Abb. 13: Fotos Peter Burckhardt, Basel, Zeichnung Richard Bucher, Basel/St. Urban.
Abb. 14–17: Urs Lareida, Basel.
Übrige Tabellen und Abbildungen vom Verfasser.

## Verwendete Literatur

Wolf E. Mathes, Keramische Glasuren. Ein Handbuch mit über 1100 Rezepten, Augsburg 1997.

## Anmerkungen

ZM = Ziegelei-Museum, hrsg. Stiftung Ziegelei-Museum, Cham.

[1]Der Autor dankt folgenden Personen für die Mitwirkung bei der Material- und Bildbeschaffung sowie für Informationen: Dipl.-Ing. Matthias Schönle, Ziegelei Rapperswil, Rapperswil BE. – Urs Lareida, Restaurierung / Bauarchäologie, Basel. – Arnold Annen und Violette Fassbänder, Keramiker, Basel.

[2]Zu den Brennfarben siehe: Christoph Meyer, Die Farben des Tons, in: ZM 2003, S. 23–32.

[3]Über den Nachweis der bisher ältesten mittelalterlichen Engobe haben berichtet: Kurt Bänteli und Kurt Zubler, Die frühesten Flachziegel der Schweiz in Schaffhausen, in: ZM 2001, S. 5–24. – Siehe auch: Ralf Kluttig, Engobierte mittelalterliche Hohlziegel, in: ZM 1998, S. 61–65.

[4]Zu glasierten Ziegeln sind 1995 in der Reihe des Ziegelei-Museums mehrere Artikel erschienen: Peter Burckhardt, Das Dach der Niklauskapelle in Basel, mit einer Einleitung von Bernard Jaggi, ZM 1995, S. 11–14. – Lucia Tonezzer, Die gotischen Dachziegel der Niklauskapelle in Basel, in: ZM 1995, S. 15–22 (siehe auch Anm. 8). – Silvan Faessler, Die Ziegelgenerationen des Stadtturms in Baden, in: ZM 1995, S. 23–30.

[5]Tj. Peters und J.-P. Jenni, Mineralogische Untersuchungen über das Brennverhalten von Ziegeltonen, hrsg. von der Schweizerischen Geotechnischen Kommission, Bern 1973 (Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie, Lieferung 50).

[6]Die schweizerischen Tonlager, bearb. von Emil Letsch et al., hrsg. von der Schweiz. Geotechnischen Kommission, Bern 1907 (Beiträge zur Geologie der Schweiz. Geotechnische Serie; Lieferung 4).

[7]Zwei Rezeptbüchlein von Hafner David Pfau in Winterthur, 1725, gefunden von Landert Keramik, Embrach, Abschrift von Andreas Becke, Freiberg, Deutungen von Wolf Mathes, Leutesdorf, zusammengetragen und bearbeitet von Ernst Fehr, Köniz; Manuskript als Schenkung an die Stiftung Ziegelei-Museum, Cham.

[8]Dächer der Stadt Basel, hrsg. Basler Denkmalpflege, Basel 2005 (siehe auch Buchbesprechungen im Anhang), mit Beiträgen von: Lucia Tonezzer, Die gotischen Dachziegel der Niklauskapelle, S. 375–381 (dito wie Anm. 4). – Richard Bucher und Thomas Lutz, Basler Dachziegel, S. 383–460.

Abb. 16
Basel, Kleinhüningen, Schulgasse (Fischerhuus), Sammlung Lareida ohne Inv.-Nr.: Rechteckschnitt, weiss deckende Fayenceglasur, ca. 15. Jh., 16,5 x 41,5 cm (MST 1:10).

Abb. 17
Basel, St. Alban-Vorstadt 60, Sammlung Lareida ohne Inv.-Nr.: Gotischschnitt, transparent glänzende Glasur auf gelber Engobe, ca. 14./15. Jh., 16 x 41 cm (MST 1:10).