

FACHHOCHSCHULE POTSDAM  
FACHBEREICH ARCHITEKTUR UND STÄDTEBAU  
STUDIENGANG RESTAURIERUNG  
Studienrichtung Konservierung und Restaurierung von  
Objekten aus Holz

**Dokumentation**

Konservierung und Restaurierung eines Holztores  
In Leh/ Ladakh/ Indien

Bearbeiter: Katrin Krause, 4. Fachsemester  
Maike Voelkel, 6. Fachsemester

Bearbeitungszeitraum: Juni-September 2008

Betreuer: Tibet Heritage Fund, André Alexander

## 1. Objektbestimmung

### 1.1. Bezeichnung, Typ

Eingangsportal mit Holztor

### 1.2. Künstler, Werkstatt, Signaturen, Zuschreibungen

unbekannt

### 1.3. Lokalisierung

Leh/ Ladakh/ Indien

### 1.4. Datierung

nach 1847

### 1.5. Maßangaben

H x B x T: ca. 3,50 x 5,60 x 3,60 m

### 1.6. Eigentümer, Standort

öffentliches Land, Grundstück untersteht dem Tehsildar

Nowshar, Leh/ Ladakh/ Indien



## **2. Allgemeine Beschreibung**

### **2.1. Kurzbeschreibung**

Das Eingangsportal besteht aus zwei L-förmigen Mauern, zwischen denen das zweiflügelige, nach innen öffnende Holztor in einem Blockrahmen sitzt. Die Außenseite des Tores ist aufwendig beschnitzt. Auf zwei ca. einen Meter hohen Mauersockeln steht eine Pfostenkonstruktion auf, die eine Holzbalkendecke trägt. Diese ist wiederum in traditioneller Bauart mit Lehm gedeckt. Zwischen den Pfosten befinden sich geschweifte Ornamentbretter. Das Dekor ist im Jammu-Stil ausgeführt.

### **2.2. Kunsthistorische Einordnung**

Gebaut wurde das Portal als Eingang zur Residenz des Tehsildar. Dieser war Mitarbeiter des Mehta Basti Ram Thanedar, des zweiten Fremdverwalters von Ladakh unter der Herrschaft des Maharadschas von Jammu und Kaschmir. Nach der Machtübernahme von 1834 durch die Dogra übernahmen die Thanedars, die Verwalter, die zivile und militärische Macht. Der erste Verwalter hieß Magna Thanedar, die Amtszeit des zweiten, Mehta Basti Ram Thanedar, dauerte von 1847 bis ungefähr 1860. Er ließ einen Gebäudekomplex namens Basti Haveli errichten, der teilweise als Speicher aber auch als Residenz bestimmter Offiziere genutzt wurde. Zu diesem Komplex gehörte auch das Portal mit dem dazugehörigen Gebäude.

Hauptaufgabe des Tehsildar war die Eintreibung der Landsteuer von den Bauern. Sein Büro und das Schatzhaus lagen am Main Bazar von Leh.

Das Amt des Tehsildar gibt es heute noch.

Anhaltspunkte für die Entstehungszeit nach 1847 sind:

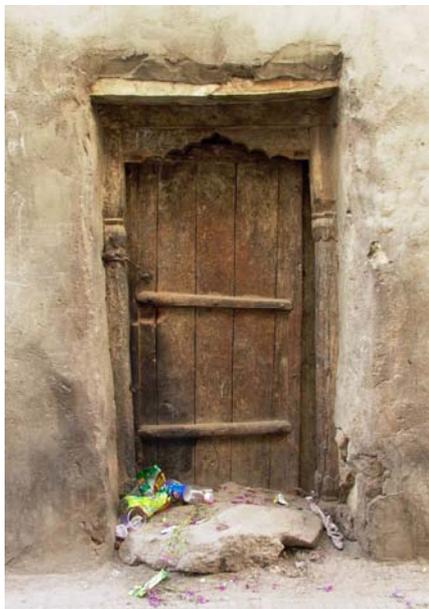
- überlieferte Geschichtsschreibung über die Annexion Ladakhs durch den Maharadscha von Jammu und Kaschmir nach seinem Feldzug von 1834
- überlieferte Namen und Amtszeiten der Verwalter/Thanedars
- Errichtung des Gebäudekomplexes Basti Haveli unter Mehta Basti Ram Thanedar

### Vergleichsobjekte

- Altstadt, Manekang, ein neugebautes Wohnhaus mit zwei (wiederverwendeten?) Fenstern



- Altstadt, Chuteyrentak, Parallelstrasse nördlich vom main bazar, kleine Eingangstür mit beschnitzten Türpfosten



- Bäckerstrasse, im Sommer 2008 abgetragene und neu aufgebaute Bäckerei auf dem Baugrundstück tsa soma, beschnitzte Holzpfosten
- östlicher main bazar, kleiner Laden mit beschnitzten Pfosten im EG
- östlicher main bazar, Punjabi-Imbiß mit beschnitzten Pfosten im EG

### **2.3. Nutzung**

Ursprünglich war das Portal der repräsentative Eingangsbereich zur Residenz. Das historische Gebäude ist nicht mehr vorhanden. Das in der Vergangenheit leerstehende Grundstück sowie das Portal wurden und werden bis heute als Lagerplatz für Steine und Schutt benutzt. Die Nichteinsehbarkeit verleitet zur Benutzung als Toilette und zum Abladen von Müll.

Zur Zeit wird auf dem Grundstück ein Neubau errichtet, der als öffentliches Gemeindezentrum genutzt werden soll. Das Eingangsportal soll wieder als Zugang fungieren.

### **2.4. Restaurierungsgeschichte**

Eine Restaurierungsgeschichte hat das Tor nicht. Früher ausgeführte Reparaturen werden unter Punkt 5.1. beschrieben.

### **2.5. Informationen**

Literatur: Cunningham, Alexander: *Ladák - Physical, Statistical and Historical*,  
Srinagar, 2006, Nachdruck von 1854

Kaul, Shridar & Kaul, H. N.: *Ladakh Through The Ages – Towards A New Identity*, Neu Delhi, 1992

Monga, P. & Ramana, P V. (Hrsg.): *Emerg, Environment and Sustainable Development in the Himalayas*, Neu Delhi, 1992

Sagwal, S.S.: *Ladakh – Ecology and Environment*, Neu Delhi, 1981

## **3. Objektumfeld**

### **3.1. Klimasituation**

Leh liegt in einer kontinentalen Hochgebirgswüste im Windschatten der Zentral-Himalaya-Kette und der Zanskar-Kette auf 3500 m Höhe. Die Gebirgszüge halten die Feuchtigkeit ab, so dass es durchschnittlich nur 160 mm Niederschlag im Jahr gibt.

Die relative Luftfeuchtigkeit ist sehr niedrig und beträgt nur ca. 30 %. Durch den sich allgemein vollziehenden Klimawandel treten seit einigen Jahren in den Sommermonaten Juli und August teils heftige Regenfälle auf.

Zwischen Sommer und Winter kommt es zu erheblichen Temperaturschwankungen von  $+30^{\circ}\text{C}$  bis  $-30^{\circ}\text{C}$ . Aber auch zwischen Tag und Nacht können Temperaturdifferenzen von ca.  $30^{\circ}\text{C}$  auftreten.

Die starke Sonneneinstrahlung und die Höhenlage bewirken eine hohe UV-Intensität.

Die Hauptwindrichtung ist tags West/Südwest, während nachts Nord/Nordostwind vorherrscht.

Die Belastung mit Luftschadstoffen durch Autoverkehr dürfte gering sein, Messungen liegen meines Wissens nicht vor. Durch die jahreszeitlich bedingte Schließung der Paßstraßen beschränkt sich der Verkehr auf die Sommermonate.

### **3.2. Aufbau des Bauwerks**

Das Portal steht in einer Gasse der Stadt, es ist freistehend. Die Holzkonstruktion ist vor der Witterung durch die dazugehörigen Mauern und den Dachaufbau geschützt.

## **4. Technologische Untersuchungen**

### **4.1. Maßangaben**

#### 4.1.1. Außenmaße

Höhe x Breite x Tiefe (über alles): ca. 3,50 x 5,60 x 3,60 m

#### 4.1.2. Zwischenmaße

Tür: Höhe x Breite: 2,95 x 2,05 m

Durchgangsbreite: 1,50 m

Durchgangshöhe: 2,85 m

Mauersockel: Höhe x Breite x Tiefe: links: 0,95 x 1,70 x 1,90 m

rechts: 1,00 x 1,70 x 1,70 m

#### 4.1.3. Detailmaße

Türflügel: Höhe x Breite: 2,70 x 0,80 m

Pfosten: Höhe: vorne: 2,10 m

hinten: 2,20 m

Querschnitt: variiert von 13 x 14 cm bis 14 x 16 cm

Plinte an Pfosten 1 & 6: 4 cm

Beschläge: Türzieher: 150 cm von unten

innere Kette: 125 cm von unten

äußere Kette: 25 von unten

## **4.2. Materialuntersuchungen**

### 4.2.1. Massivholzarten

Als Konstruktionsholz wurde feinporiges Laubholz von nicht näher bestimmter Holzart, wahrscheinlich Pappel, verwendet.

Die Dachdeckung erfolgte mit Weidenzweigen, die im Fischgrätmuster verlegt sind.

### 4.2.2. Beschichtungen

Reste einer Oberflächenbeschichtung sind an verschiedenen Stellen, aber nur an der Straßenseite des Portals zu finden. Als Untermalung kann am rechten Flügel partiell eine erste rote Schicht erkannt werden. Eine deckende hellblaue Fassung bildet an den anderen Stellen die einzige Schicht. Deren Alter ist jedoch unklar.

An den Innenseiten der Türen finden sich stellenweise schwarze Auflagerungen. Dabei handelt es sich höchstwahrscheinlich um eine Patina. Die Verwendung von schwarzer Farbe ist bei lokalen Handwerkern unbekannt.

### 4.2.3. Beschläge, Verbindungsmittel

Auf dem rechten Flügel ist von außen ein graviertes Türknauf mit einem daran befestigten Ziehring aufgenagelt. Ziernägel und ornamental ausgesägte und gravierte Unterlegscheiben halten die außen auf den Türflügeln aufgesetzten Leisten. Eben solche Ziernägel halten die Ornamentbretter in den Pfosten. Alle Beschläge sind aus Eisen.

### 4.2.4. Textilien

Der Türknauf, die Ziernägel und die Unterlegscheiben sind (zum Schutz des Holzes?) mit rotem Gewebe unterlegt.

### 4.2.5. Mauerwerk

Die Sockelzone ist aus Granitbruchsteinen, die Mauerkrone teilweise aus Adobe-Lehmziegeln gemauert. Als Mauer- und Putzmörtel wurde Lehm verwendet, dem Stroh beigemischt wurde.

### 4.2.6. Dachdeckung

Die traditionelle Art der Dachdeckung erfolgt in folgendem Schichtenaufbau:

1. Auf die Balkenlage und eingelegte Dachlatten werden dünne (1 bis 2 cm), entrindete Weidenäste dicht an dicht aufgelegt.

2. Eine Schicht Heu oder Stroh wird aufgebracht, um das Herabrieseln von Sand zu verhindern.
3. Eine erste Schicht Lehm wird aufgebracht.
4. Eine Erdschicht mit leichtem Gefälle wird feucht aufgebracht.
5. Eine ca. 3 cm dicke pure Ton- bzw. Markalakschicht, die bei Feuchtigkeit aufquillt und wasserdicht wird, wird aufgebracht.
6. Eine Schutzschicht aus Erde und Stroh wird aufgebracht.

### **4.3. Konstruktion**

#### **4.3.1. Allgemeiner Aufbau und Holzverbindungen**

Zwischen die Mauern eingestellt sind zwei aufrechte, überfälzte Balken, in deren Falz der eigentliche Blockrahmen ohne weitere Verbindungselemente sitzt. Diese Rahmenhölzer sind in die Schwelle und den Sturzbalken eingezapft. Die Schwelle ist überfälzt und liegt etwa zur Hälfte im Erdboden. Der Sturzbalken und die beiden aufrechten Hölzer sind außen auf Gehrung abgesetzt und beschnitzt. Der Sturzbalken ist wie drei weitere, höher liegende Balken seitlich in die Mauerkrone eingebunden. In den ersten dieser Balken und in den Schwellenfalz sind annähernd runde Löcher eingestemmt zur Aufnahme der hölzernen Zapfen der Türblätter.

Die Türblätter sind innenliegend und schlagen stumpf vor. Sie sind aus überfälzten Brettern, Fremdzapfen und von aussen aufgenagelten, auf Gehrung abgesetzten, ebenfalls beschnitzten Leisten aufgebaut. Die mittlere vertikale Leiste funktioniert als Schlageleiste. Die Fremdzapfen sind teilweise von innen mit Holznägeln gesichert. An die äußeren Bretter sind oben und unten runde Zapfen, die den Drehpunkt bilden, angearbeitet.

Die Holzkonstruktion des Vorbaus besteht aus verschiedenen, miteinander verbundenen Bauteilen. Die Natursteinsockel tragen je drei horizontal, außen bündig aufliegende Balken, deren Vorderseite profiliert ist. Die Eckverbindungen sind überblattet ausgeführt, wobei die äußeren 2,5 cm auf Gehrung gestoßen sind. Die Verbindungen enthalten zusätzlich ein Zapfenloch zur Aufnahme des darauf stehenden Pfostens. Diese Zapfen sind teilweise mit Holznägeln gesichert. Insgesamt acht beschnitzte Pfosten tragen eine Holzbalkendecke. Die vorderen vier Pfosten sind in einen Längsbalken eingezapft, auf dem zwölf Querbalken aufliegen. Diese haben einen vorderen Überstand von ca. 30 cm, die Hirnkanten sind profiliert. Hochkant gestellte, in Nuten eingeschobene Bretter halten die Balken auf Maß. Ein auf die

Balkenköpfe in Ausklinkungen aufgelegter Längsbalken bildet den Abschluss. Die Vorderkante des Balkens ist profiliert, die Enden bilden einen seitlichen Überstand. Die hinteren Enden der Querbalken sind in die Mauerkrone eingebunden. Im Abstand von ca. 35 cm sind in Ausklinkungen Dachlatten eingelegt. Auf den so entstandenen, annähernd quadratischen Gefachen liegen entrindete Weidenzweige diagonal auf. Darauf folgt die traditionelle Dachdeckung (siehe Punkt 4.2.6.).

Zwischen die oberen Enden der Pfosten sind als schmückendes Element geschweifte und beschnitzte Ornamentbretter eingefügt. Diese bestehen aus je fünf einzelnen Brettern und sind mittels Nutzapfen in die Pfosten eingesteckt. Die Bretter sind untereinander mit Fremdzapfen verbunden. Die unteren Bretter sind jeweils mit einem eisernen Ziernagel mit Textilunterlage in die Pfosten eingenagelt.

Allgemein sind keine Leimverbindungen an dem Portal zu finden.

#### 4.3.2. Metallverbindungen

Die außen auf der Tür aufliegenden Leisten sind mit eisernen Ziernägeln, Zierunterlegscheiben und einer Textilzwischenlage aufgenagelt. Die nach innen durchgeschlagenen Nägel sind umgebogen.

Der am rechten Flügel in 150 cm Höhe aufgenagelte gravierte Türknauf mit Ziehring wird von einem durchgeschlagenen Ziernagel, der auf der Innenseite nach zwei Seiten umgebogen ist, gehalten.

Als Verschluss von außen dient ein am rechten Flügel in 25 cm Höhe am Mittelschluß aufgenagelter Eisenbeschlag mit einer viergliedrigen Kette, die als Überwurf funktioniert. Eine eiserne Schließöse, die der Aufnahme eines Vorhängeschlosses dient, ist außen auf der Schwelle aufgenagelt.

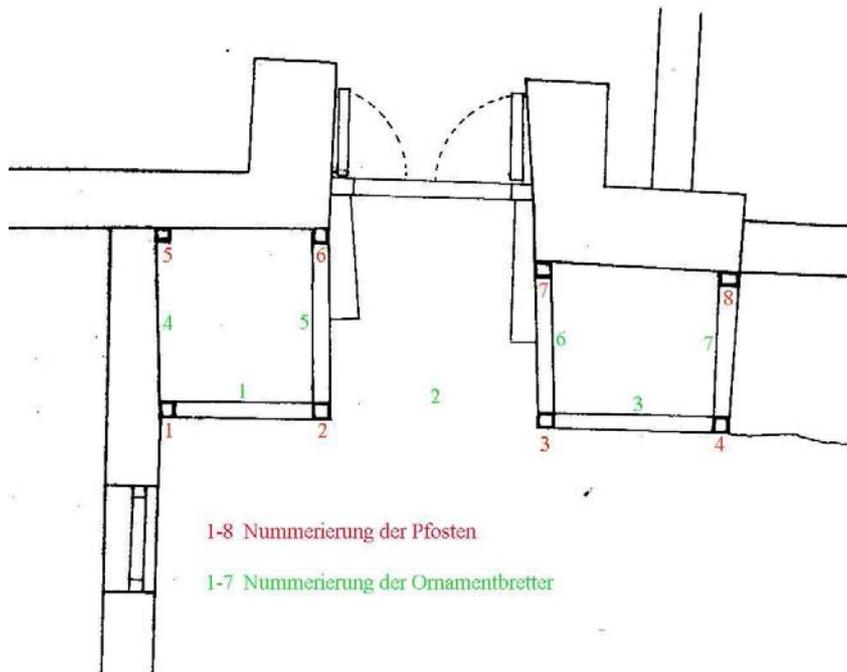
Als Verschluss von innen sind in 125 cm Höhe am linken Flügel eine durchgeschlagene eiserne Öse mit einer zweigliedrigen Kette und am rechten Flügel eine durchgeschlagene eiserne Schließöse zur Aufnahme eines Vorhängeschlosses befestigt.

#### 4.3.3. Fehlkonstruktionen

Durch die Verwendung des relativ weichen Pappelholzes, was auf den Mangel an qualitativ hochwertigem Konstruktionsholz in Ladakh zurückzuführen ist, sind die hölzernen Zapfen und deren Auflager stark abgenutzt.

Durch teilweise Verwendung drehwüchsigen Holzes sowie Arbeiten des Holzes sind beide Türflügel windschief. Der untere Mittelschluß steht in geschlossenem Zustand ca. 16 cm auf.

#### 4.3.4. Skizzen



### 4.4. Arbeitstechniken

#### 4.4.1. Beiltechnik

Die Bretter und Balken sind grob bebeit.

#### 4.4.2. Sägetechniken

Die geschweiften Ornamentbretter sind ausgesägt. Am Schnitzwerk der Pfosten finden sich Sägespuren dort, wo die Profile in der Tiefe zurückspringen.

#### 4.4.3. Hobeltechniken

Die Profile der Balken und der unteren Ränder der Ornamentbretter sind grob gehobelt oder mit einem Profilzieheisen gezogen.

#### 4.4.4. Schnitztechniken

Am Türrahmen findet sich Flachreliefschnitzwerk, u. a. sog. Würfelschnitzwerk (dice-carving) und Blattwerk.

Die Pfosten sind als Hochrelief allansichtig beschnitzt. Am oberen und unteren Ende in Form einer Lotusblüte (padma). Pfosten Nr. 1 und 6 sind nur dreiseitig beschnitzt, rückseitig wurde eine ca. 4 cm dicke Plinte stehengelassen. Diese könnte für einen rückseitigen Maueranschluss sprechen, aber auch für eine Wiederverwendung der Bauteile oder ein willkürliches Herstellen durch verschiedene Handwerker.

Die Schweifungen der Ornamentbretter sind jeweils auf der Ansichtsseite (Außenseite) flach beschnitzt.

In den Tiefen sieht man an vielen Stellen deutliche Messerspuren.

Bei der Reinigung entdeckten wir auf dem Sturzbalken zwei eingeritzte Strichmännchen, die an Zimmermannszeichen erinnern.



#### 4.4.5. Bemalung

Vor allem in den oberen, vor Regen geschützten Bereichen finden sich Reste einer Farbfassung. Am rechten Türflügel ist partiell eine Untermalung in Rot zu erkennen. Der Farbton entspricht dem, der zur Geisterabwehr auf Hauswänden u.ä. aufgetragenen Farbkleckse und Symbole. Evtl. hatte die Untermalung hier denselben Zweck. Stellenweise findet sich eine weiße Papierunterklebung unter der blauen Fassung.

Der Anstrich erfolgte deckend. Eine Probe zur Materialanalyse wurde genommen.

Auf den Türflügeln finden sich verschiedene nachträglich aufgetragene Beschriftungen, wie Hausnummern o.ä. mit roter, gelber und schwarzer Farbe.

## 5. Zustandsuntersuchungen

### 5.1. Frühere Renovationen oder Restaurierungen

#### 5.1.1. Konstruktion

Durch die Abnutzung der oberen und unteren Zapfen und Zapfenlöcher sind beide Türflügel seitlich und in der Höhe eingesackt, der Gangflügel deutlich mehr als der Standflügel. Verschiedene Reparaturmaßnahmen wurden durchgeführt, um dem entgegenzuwirken.

Die unteren hölzernen Zapfen wurden erneuert, indem zwei neue, ca. 50 cm lange Zapfen aus Pappelholz angeschuht wurden. Die Verbindung zum Türbrett erfolgte stumpf ohne Leim, nur durch Aufnageln von Eisenbändern.



Eine obere gelockerte Verbindung der außen aufgesetzten Leisten wurde mit einem ebensolchen Eisenband übernagelt.

Die Abnutzung der hölzernen Aufnahme der unteren Zapfen in der Schwelle wurde auf der linken Seite durch mehrere Lagen dicken aufgenagelten Leders versucht auszugleichen, auf der rechten Seite wurde ein Lederflicken aufgenagelt und soll ein herausragender Nagel den Zapfen in seiner Position halten.



Durch das seitliche Einsacken schlägt der rechte Flügel in voller Länge vor den linken anstatt wie ursprünglich dazwischen. Grob ausgeführte Nacharbeiten des Mittelschlusses beinhalteten das Anarbeiten eines konischen Falzes an den rechten Flügel sowie das Ausklinken der Schlageleiste an den Stellen der aufgesetzten Leisten des rechten Flügels.



### 5.1.2. Fassung

Nach Zeitzeugenaussagen<sup>1</sup> war das Tor früher grün gefasst. Allerdings konnten bei den Untersuchungen keine grünen Fassungsreste gefunden werden. Der komplette Verlust der alten Fassung, aber auch ein eventuelles Umschlagen der jetzt hellblauen Farbe müssen in Betracht gezogen werden. Analysen der Fassung sollen in Deutschland erfolgen.

### 5.1.3. Beschläge

Die Beschläge sind größtenteils überfasst oder von einer dünnen Korrosionsschicht überzogen.

Auf den unteren Teil der Schlageleiste war ehemals ein Blech aufgenagelt. Zahlreiche Nägel und ein Blechrest zeugen davon.

### 5.1.4. sonstige Veränderungen

Auf der linken Seite des Portals wurde als Begrenzung zum Nachbargrundstück eine fragile Mauer aus Adobe-Lehmziegeln auf dem Mauersockel zwischen den Pfosten errichtet. Wenn an dieser Stelle eine Mauer existiert haben sollte, stand diese sicherlich außerhalb der Sockel-Pfosten-Konstruktion. Shri Abdul Gaini Sheik berichtete auch von einer Mauer auf der rechten Außenseite.

Als Zugang zum Tor wurden zwischen den Mauersockeln zwei flache Stufen aus Beton und handelsüblichen Fliesen gelegt. Seitlich im Zugang anschließend an die Mauern und den Türstock wurden zwei Betonsockel gegossen. Der verlorene Lehmputz der inneren Wand der Mauersockel wurde teilweise mit Zementputz ergänzt.

## 5.2. Gravierende Substanzverluste, fehlende Teile

### 5.2.1. Konstruktive Teile

In den Mauersockeln und den Mauerkronen fehlen einige Steine sowie Verputz.

Pfosten Nr. 5 fehlt komplett. Von den Ornamentbrettern, die sich aus jeweils 5 einzelnen gefügten Brettern zusammensetzen, fehlen verschieden große Anteile. Von Nr. 4 fehlen vier Einzelbretter; von Nr. 2 und Nr. 5 fehlen jeweils zwei Einzelbretter.

Die Ausfachung der Dachkonstruktion sowie die Dachdeckung aus Lehm fehlen zu großen Teilen.

---

<sup>1</sup>Der Historiker Shri Abdul Gaini Sheik spielte als Kind an dieser Stelle.

Die auf der Mauerkrone aufliegenden Enden der Querbalken und die Enden des oberen Längsbalkens sind durch Witterungs- und eventuelle andere Einflüsse geschädigt bzw. gekürzt.

#### 5.2.2. Profile

Durch Bestoßen, Abrieb sowie Abstellen scharfkantiger Gegenstände sind vor allem Ecken und Kanten sowie die Außenseiten der Tür im unteren Bereich geschädigt.

#### 5.2.3. Fassung

Die Fassung ist durch Abrieb, Bewitterung, Versprödung des Bindemittels vor allem im unteren Bereich verloren bzw. stark geschädigt.

### **5.3. Schäden am Massivholz und an der Konstruktion**

#### 5.3.1. Klimaschäden

Die Schäden am Dach sind größtenteils, aber nicht nur Klimaschäden. Die offen liegende Holzkonstruktion zeigt Vergrauungen, Verwerfungen, braun-schwarze Feuchtigkeitsränder, Trockenrisse sowie größere Spalten. Diese Schäden sind auf die starke UV-Einstrahlung, Temperaturschwankungen und das Eindringen von Feuchtigkeit und dem damit zusammenhängenden Auswaschen und Transport von Tonmineralien zurückzuführen.

Bauteile, die dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt sind und keinen schützenden Anstrich (mehr) besitzen, zeigen an der Oberfläche die stärksten Vergrauungen. Der obere Längsbalken ist auf der Nordseite verworfen. Durch Schwund- und Quellverhalten und fehlende Auflast durch die Dachdeckung sind die lose ausgeführten Steckverbindungen zwischen Balken, Dachlatten, hochkant gestellten Blendbrettern teilweise gelöst und aufklaffend. Die Hirnenden der Hölzer sind rissig. Der originale Hirnendenabschluss sowie die Länge des oberen Längsbalkens sind nicht mehr zu erkennen. Der untere Längsbalken ist weniger stark verwittert. Die durch den Überstand geschützt liegenden vorderen profilierten Hirnenden der Querbalken sind zwar rissig, aber scheinen stabil und sind in ihrer ursprünglichen Form noch gut zu erkennen.

Die Verbindungsfugen der Ornamentbretter sind teilweise gelöst, die Fremdzapfen gelockert. Die Nutverbindungen der Bretter zu den Pfosten sind teilweise ausgekeilt.

#### 5.3.2. Mechanische Schäden

Die Verluste und Beschädigungen der Mauersockel, Mauerkrone und der Dachdeckung sind auf mechanische und klimatische Beanspruchung zurückzuführen.

Die horizontal in die Mauersockel eingebundenen Balken sind durch Abstellen, Bestoßen beschädigt.

Die hölzernen Türzapfen und deren Aufnahmen sind durch Gebrauch stark abgerieben.

Vor allem der untere äußere Bereich der Türflügel ist stark geschädigt durch Bestoßen und Abrieb. Die Profile in dem Bereich sind kaum mehr zu erkennen.

Die Schwelle ist unterschiedlich stark ausgetreten, Bereiche mit eingewachsenen Ästen sind weniger stark abgenutzt.

#### 5.3.3. Brandschäden

Auf einem der horizontalen Mauersockelbalken und dem unteren Teil der angrenzenden Säule existieren oberflächliche Brandflecken von ca. 10 x15 cm Größe.

### 5.4. Schäden an der Fassung

#### 5.4.1. Klimaschäden

Die Fassung der frei bewitterten Oberflächen ist größtenteils verloren oder zeigt Verfärbungen durch Feuchtigkeitsränder. Arbeiten des Holzes, Alterung des Bindemittels führten zu Schollenbildung.



#### 5.4.2. Mechanische Schäden

Vor allem die unteren Bereiche der Fassung sind durch Abrieb verloren.

#### 5.4.3. Alterungserscheinungen

Der lehmige Boden, die geringe Feuchtigkeit und die spärliche Vegetation führen zu einer starken Staubentwicklung. Durch den allgegenwärtigen Staub sind alle Oberflächen verschmutzt.

#### 5.4.4. Übermalungen

Auf die Außenseite der Tür wurden im Lauf der Zeit unterschiedliche Beschriftungen aufgebracht. Dabei handelt es sich meist um Zahlen in gelb, rot und schwarz.

An den Wandanschlüssen finden sich Übermalungen und Spritzer einer unsauber ausgeführten white wash-Beschichtung des Putzes.

#### 5.4.5. Substanzverluste

Große Bereiche vor allem im unteren Teil sind komplett verloren. Im oberen Bereich finden sich Abblätterungen.

### 5.5. Schäden an den Beschlägen

#### 5.6.1. Mechanische Schäden

Die durchgeschlagenen Nägel sind auf den Rückseiten teilweise auf- und umgebogen.

#### 5.6.2. Oxidierung

Die freiliegenden Eisenteile zeigen leichte bis schwere Korrosionsspuren.

## 6. Restaurierungskonzept

### 6.1. Konservierungs- / Restaurierungsziel

#### 6.1.1. Grundsätzliche Überlegungen

Das Portal ist ein wertvolles Zeugnis der ladakhischen Geschichte sowie des kashmirischen Einflusses in der lokalen Handwerkskunst.

Das Portal wieder als Zugang zu dem neu errichteten Gemeindegebäude zu benutzen, ist begrüßenswert, da es dann seiner ursprünglichen Bestimmung zugeführt würde und der Standort hoffentlich etwas weniger als Müllplatz missbraucht würde.

Alle Originalsubstanz ist erhaltenswert soweit die Statik es zulässt, die Ergänzungen der Türzapfen sollten erneuert werden.

Der verlorene Pfosten und die Verluste an den Ornamentbrettern und der hölzernen Dachkonstruktion sollten rekonstruiert werden, um das Gesamterscheinungsbild wieder herzustellen und die Statik zu gewährleisten.

Die Abnutzungsspuren und die damit einhergegangenen Verluste der Profile und Schnitzereien sollten als Zeugnis der Geschichte des Tores belassen werden.

Ein Schutz des Holzes vor Witterung und UV-Einstrahlung sollte vorgenommen werden, um den weiteren Verfall zu verlangsamen. Eine Ergänzung bzw. Rekonstruktion der Farbfassung ist zu diskutieren.

### 6.2. Darstellung des ausgewählten Restaurierungskonzeptes

#### 6.2.1. Maßnahmevorschläge

##### Bereinigung

Um allseitigen Zugang zum Portal zu erhalten, sind die angrenzenden Schuttanhäufungen zu entfernen.

### Sicherung

Die Statik der Sockel ist zu überprüfen. Die Fehlstellen in den Mauersockeln und Mauern sind mit Bruchsteinen und Lehmörtel zu ergänzen.

Die Statik der Pfosten- und Balkenkonstruktion ist zu überprüfen. Insbesondere die Eckverbindungen der horizontal auf den Mauersockeln aufliegenden Balken, die die Pfosten tragen. Diese Verbindungen sind evtl. (von innen) zu sichern.

Die Deckenbalken sind auf ihre Tragfähigkeit zu überprüfen und wieder in die Mauerkrone einzubinden.

### Entfernen von Zutaten

Der Zementputz auf den Mauern ist zu entfernen, die Notwendigkeit der Betonsockel zu überprüfen. Die Entfernung der Betonsockel wäre wünschenswert, da sie nicht dem historischen Baumaterial entsprechen und das Erscheinungsbild beeinträchtigen. Die beiden flachen Stufen, die mit handelsüblichen Fliesen belegt sind, könnten schöner mit Natursteinplatten ausgeführt werden.

Die nachträglich aufgemauerte Wand auf der Nordseite ist zu entfernen. Da das angrenzende Grundstück ebenfalls der community gehört, sollte es kein Problem sein, eine neue Mauer außerhalb der Tor konstruktion zu errichten. Der zu rekonstruierende Pfosten ist an den zwei mauerangrenzenden Seiten mit einer Plinte zu schnitzen.

### Rekonstruktionen

Statisch wichtige Bauteile wie der fehlende Pfosten, die Latten und Weidenäste der Dachkonstruktion sind zu rekonstruieren. Die fehlenden Teile der Ornamentbretter, wie auch der Pfosten sind aus optischen Gründen nachzuschneiden. Der Grad der Kenntlichmachung der neuen Teile ist zu erproben. Die fehlenden Balken über den geöffneten Türblättern sind zum Schutz derselben zu ersetzen.

Die Dachdeckung ist zum Schutz der gesamten Holzkonstruktion komplett zu erneuern. Die Art der traditionellen Deckung mit Stroh, Lehm und Ton wurde vom THF verbessert und bereits mehrfach erfolgreich angewandt. Auf einen ausreichenden Überstand zum Schutz der Holzkonstruktion ist zu achten.

### Ergänzungen

Die abgelaufenen originalen Türzapfen und Zapfenlöcher sind erhaltenswert, da man an ihnen die Originalkonstruktion ablesen kann. Um die Gangbarkeit der Tür wieder herzustellen, ist eine Ergänzung ausschließlich um das fehlende Material eine

Möglichkeit, alle Substanz zu erhalten. Der komplette Austausch des Sturzbalkens unter gleichzeitigem Versetzen der Zapfenlöcher zum Anheben der Türflügel wäre ein weiterer Lösungsvorschlag, allerdings unter Verlust von Originalsubstanz. Die Schwelle ist ebenfalls erhaltenswert. Der Zustand der Zapfenaufnahme ist nach dem Aushängen der Flügel zu bewerten. Teilergänzungen bzw. konstruktive Veränderungen (siehe Punkt 6.2.2. Materialtests) sind zu überlegen.

Die Schlageleiste ist trotz ihrer großen Schädigungen erhaltenswert. Ob sie um das fehlende Material ergänzt werden soll, muss diskutiert werden.

#### Entgegenwirken dem Windschiefsein der Türflügel

Ein Begradigen der Flügel scheint bei der Dicke der Bretter und der Art der Konstruktion nicht möglich. Das Ansetzen einer konischen Ergänzung an der Schlageleiste zum Abdecken des Mittelschlusses kann erwogen werden. Nach dem Anheben der Türflügel und der Fixierung der Zapfen kann die Lage des Mittelschlusses besser beurteilt werden.

#### Festigung

Die vorhandenen Reste der Farbfassung sind niederzulegen und zu festigen. Auch wenn es sich nicht um die Originalfassung handelt, ist sie als historischer Bestandteil des Portals erhaltenswert.

#### Retusche

Die Behandlung der holzsichtigen Oberflächen ist zu durchdenken. Ein Witterungsschutz für die gesamte Konstruktion sowie ein annähernd einheitliches farbliches Erscheinungsbild sind wünschenswert.

#### Mechanik

Eine Verbesserung des Funktionsprinzips der Türscharniere ist zu erwägen. Durch das Schleifen der hölzernen Zapfen in den hölzernen Aufnahmen kommt es in Anbetracht des relativ weichen Pappelholzes und des hohen Gewichts der Türflügel zwangsläufig zu starkem Abrieb. Lösungsvorschläge werden unter dem Punkt 6.2.2. Materialtests gemacht.

### Umgang mit Altreparaturen

Die unteren angeschuhten Türzapfen sind handwerklich nicht gut ausgeführt und nicht erhaltenswert. Sie sind zu ersetzen. Die aufgenagelten Eisenbänder sind zu entfernen.

### Zugangssituation

Der Zugangsweg außen wie innen könnte zur Verminderung des Sandeintrags und zur Verbesserung der Optik mit Natursteinplatten gepflastert werden.

## 6.2.2. Offenstehende Fragen

### anstehende Untersuchungen

Bindemittel- und Pigmentanalysen der Farbfassung können leider erst in Deutschland durchgeführt werden.

### Materialtests

Für die gesamte Bearbeitung sollte möglichst auf lokal erhältliche Materialien und traditionelle handwerkliche Methoden zurückgegriffen werden.

Für die großflächigen Holzergänzungen kommt das vor Ort erhältliche Pappelholz in Betracht. Für die kleineren Ergänzungen der Türzapfen sind verschiedene Möglichkeiten zu prüfen:

- Verwendung ebenfalls erhältlichen, aber teuren Nussbaumholzes, welches härter ist und eine höhere Abriebfestigkeit hat (Verwendung auf beiden Seiten, damit kein Abrieb am Original erfolgt)
- Verwendung einer Zwischenlage aus Yakleder
- Ergänzen der Zapfen und Zapfenlöcher mit Pappelholz, anschließendes beidseitiges Beschlagen der Ergänzungen mit Metall

Zur Abnahme der Schmutz-/Feuchtigkeitsränder wird das Abwaschen/Ausdünnen mit verschiedenen Lösemitteln unter verschiedenen Applikationsverfahren getestet:

- abgekochtes Leitungswasser
- abgek. Leitungswasser : Isopropylalkohol im Verhältnis 1:1

### Applikationsverfahren:

- Abrollen mit befeuchteten Wattestäbchen
- Aufbringen angefeuchteter Kompressen

Zur Festigung der Farbschichten wird das Aufstreichen einer Leimlösung mit Pinseln auf eine Zwischenlage aus Japanpapier getestet:

- 5 %ige Hausenblasenlösung
- 3 %ige Pflanzenleimlösung (vor Ort erhältlich)

Es ist ebenfalls zu testen, ob zuerst die Festigung der Farbschichten oder die Reinigung der Schmutzränder auf der Fassung erfolgen sollte.

Zur Festigung des oberflächlich verwitterten Holzes bzw. zum Niederlegen von Holzfasern wird die Applikation verschiedener Materialien getestet:

- Knochenleim (dunkel, in Platten erhältlich)
- eine Mischung aus Pflanzen- und Glutinleim (hell, als Pulver erhältlich)
- Fischleim

modifizierter Leim zur Erhöhung seiner Elastizität:

- Leim mit einer Zugabe von ca. 20% Honig

modifizierter Leim zur Erhöhung seiner Wasserbeständigkeit:

- Leim mit einer Zugabe von ca. 50% Leinöl
- Leim unter Zugabe gemahlener tanninhaltiger Zutaten:
  - Grüner Tee
  - Schwarzer Tee
  - Hopfen
  - Walnußschalen
- Leinöl

Zur Farbgebung/Retusche des Holzes werden folgende Materialien getestet:

- Leinöl unter Zugabe des Pigments Blauoxid
- Leim unter Zugabe des Pigments Blauoxid
- Leinöl unter Zugabe der Pigmente Blauoxid und Kreide
- Leim unter Zugabe der Pigmente Blauoxid und Kreide

### **6.3. Konzeptbesprechung**

#### **6.3.1. Diskussion der Vorschläge/Absprache, Bestätigung bzw. Änderungsvorschläge zum Konzept in Kollegen- und Fachkreisen**

Die begrenzte Verfügbarkeit von Materialien vor Ort schränkt die Möglichkeiten der Behandlung ein. Das Zurückgreifen auf lokal erhältliche Materialien soll die Restaurierung durch einheimische ausgebildete Fachkräfte ermöglichen bzw. vereinfachen sowie das mögliche Wiederholen von Maßnahmen sicherstellen.

Die verschiedenen Festigungs- und Reinigungsmethoden wurden bereits bei der Restaurierung von Wandmalereien und Holzbauteilen durch den THF und ausgebildete Restauratoren getestet. Die Anwendbarkeit hängt vom Einzelfall ab und muss getestet werden.

Die Verwendung des vollständig reversiblen Glutinleims ist grundsätzlich positiv zu bewerten, bereitet jedoch auf bewittertem Holz Probleme. Deswegen wird von einigen Kollegen die Zugabe feuchtigkeitshemmender Mittel befürwortet. Da diese die Reversibilität beeinträchtigen, wird die Deckung des Daches mit entsprechendem Überstand als wichtigste Maßnahme zur Sicherung der Holzkonstruktion angesehen.

Die Behandlung bewitterten Holzes mit Leinöl ist eine bewährte Methode, die weitgehende Zustimmung erfahren hat.

Im Gespräch mit Ama Yangchan, einer Vertreterin der Gemeinde, wurde grob vereinbart, welche Maßnahmen am Tor durchzuführen sind.

## **7. Konservierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

### **7.1. Festigung der Fassung**

An Stellen mit sehr instabiler Fassung musste diese vor der Reinigung gefestigt bzw. niedergelegt werden. Versuche mit einer ca. 5%igen Hausenblasenlösung, die auf Japanpapier aufgestrichen wurde, waren hier erfolgreich. Da diese Materialien aus Deutschland mitgebracht werden mussten und nicht in ausreichender Menge zur Verfügung standen, wurde nach erfolgreich durchgeführten Tests mit lokal erhältlichen Materialien eine Festigung mit einer ca. 3%igen Pflanzenleimlösung und Reispapier durchgeführt.

## 7.2. **Reinigung**

Der von Erde und Dreck verdeckte Schwellenfalz wurde mit Bürsten und Spachteln freigelegt. So konnte auch die untere Aufnahme der Türzapfen sichtbar gemacht und deren Zustand beurteilt werden.

Zahlreiche eingeschlagene Nägel und Reißzwecken wurden vorsichtig aus dem Holz gezogen.

Lose aufliegender Staub und Schmutz wurde mit weichen Bürsten und Pinseln trocken abgenommen. Dies diente in erster Linie dazu, die Fassungsreste zu festigen und konnte nur bei stabiler Fassung erfolgen.

In Rissen und Ritzen sitzender Staub und Dreck wurde mit Skalpell und Schaschlikspießen entfernt.

Das Ausdünnen der Feuchtigkeitsränder erwies sich als schwierig. Ein trockenes Übergehen mit Radiergummi zeigte nur geringen Erfolg. Das Aufbringen angefeuchteter Kompressen (abgekochtes Wasser : Isopropylalkohol 1:1), deren Abnahme nach etwa 30 Sekunden erfolgte, zeigte zwar Verfärbungen der Kompressen, aber keine deutliche Verbesserung der Situation auf dem Holz. Das Abrollen mit angefeuchteten Wattestäbchen war zeitaufwändig und ebenso erfolglos.

Bei längerer Einwirkzeit und erhöhtem Wasseranteil konnten die Ränder entfernt werden, aber das darunterliegende Holz wurde dabei erheblich aufgehellt. Bei Rändern, die auf der Fassung liegen, wurde so die Fassung mit abgenommen. Da eine Aufhellung des Holzes bzw. die Abnahme der Patina unerwünscht war, wurde das Abnehmen der Schmutzränder vorerst aufgegeben.

Um das Entstehen neuer Schmutzränder durch Auftrocknen zu vermeiden, müsste jeweils eine durchgehende Fläche feucht bearbeitet werden. Kompressen können leicht überlappend aufgelegt werden. Das Einsprühen ganzer Oberflächen mit dem Lösemittelgemisch und einer Sprühflasche und deren anschließende Bearbeitung lässt oft nicht genügend Zeit, da durch die geringe Luftfeuchtigkeit und die Wärme das Lösemittel zu schnell abtrocknet.

Die Abnahme der white-wash-Spritzer und -Übermalungen geschah nach Festigung der darunterliegenden Fassung und Abtrocknen der Leimlösung mechanisch mit dem Skalpell.

Nach weiteren Überlegungen und Beurteilung des Zustands der Fassung und des Holzes entschieden wir uns dafür, alle Fassungsreste abzunehmen und die Holzoberfläche mit Bürsten, Schwämmen und Wasser zu reinigen. So konnte der

größte Teil der Feuchtigkeitsränder entfernt werden. Auch das Schnitzwerk wurde in seinen Konturen wesentlich klarer. Das Holz wurde wesentlich aufgehellt, erhielt dadurch aber einen einheitlicheren Farbton. Beim Arbeiten musste darauf geachtet werden, dass der Wasserauftrag möglichst gleichmäßig erfolgte und nicht zu lange auf einer Stelle gerieben wurde. An dem Lotusblütenschnitzwerk bildeten sich rings um die Hirnholzbereiche hellere Zonen aus. Nach Tests mit purem und verdünntem Ammoniak (1:1 und 1:5), flüssig oder als Gel (in Klucel) aufgetragen, konnten diese Stellen durch den Auftrag puren Ammoniaks und Nachwaschen nach 24 Stunden nachgedunkelt werden.



### 7.3. Entfernen von Zutaten

Der Zementputz, die Betonsockel und die Fliesen der Stufen wurden abgeschlagen. Die nachträglich aufgemauerte Wand auf der Nordseite wurde abgetragen.

### 7.4. Stabilisierung

Die Dachkonstruktion wurde mit Hilfe von Balken und Wagenhebern leicht angehoben. So konnten die Eckverbindungen der horizontal aufliegenden Balken nach gründlicher Reinigung zusammengedrückt und von innen mit aufgeschraubten Eisenwinkeln gesichert werden. Das Metall wurde mit Paraloid B72, gelöst in Isopropylalkohol, eingestrichen.



vor



nach

Die Fehlstellen in den Mauersockeln und Mauern wurden mit Bruchsteinen und Lehmörtel geschlossen. Die Dachbalken wurden wieder in die Mauerkrone eingebunden.

Der verworfene obere Dachbalken wurde den ausgerichteten darunter liegenden Balken angepasst, indem die Ausklinkungen teilweise nachgestemmt wurden. Das auf der Südseite herausragende Ende wurde von oben bebeit, so dass ein Gefälle nach außen und hinten entstand. Zum weiteren Schutz vor Wassereintrag über Risse im

Holz, wurde die Oberseite nach dem Einölen mit einem gefalzten Blech beschlagen. Diese Lösung stieß auf wenig Zuspruch bei den Eigentümern, die bis zuletzt ein Absägen des Balkens forderten. Es bleibt zu hoffen, dass dies nicht nachträglich passiert.

Die Türflügel wurden nach gründlicher Reinigung aller Fugen mit Hilfe von Zwingen und Bändern zusammengezogen. Dazu war es notwendig, einige der originalen Holznägel herauszunehmen. In zusammengepresstem Zustand wurden diese und zusätzlich neue Holznägel von der Türrückseite in die Zapfenverbindungen eingesetzt. So konnten die Verbindungsfugen der außen aufgesetzten Leisten deutlich zusammengezogen werden. Die Leisten, die nach dieser Behandlung noch wackelten, wurden ebenfalls von der Rückseite mit dünnen Holznägeln fixiert.

### 7.5. Rekonstruktionen

Der fehlende Pfosten und die fehlenden Teile der Ornamentbretter wurden vor Ort nachgeschnitzt. Zur Anwendung kam getrocknetes Pappelholz, dessen Oberflächen gebeilt wurden. Die fehlenden Ziernägel zur Befestigung der Bretter wurden vom Schmied angefertigt und mit einer Textilzwischenlage eingeschlagen.



Drei der strassenseitigen Dachbalken wurden aufgrund starker Durchbiegung, unzureichender Länge und starker Rissbildung gegen neue Pappelholzbalken ersetzt. Die alten Balken konnten auf der Hofseite über den Türflügeln wiederverwendet werden, da dort geringere Anforderungen an die Statik, die Länge und die Form der Balken gestellt wurden.

Anfängliche Überlegungen zum Einfärben der neuen Teile wurden aufgrund der schwierig vorherzusehenden Alterung des Farbtons verworfen. Die Rekonstruktionen waren somit nach dem Einölen deutlich heller als die alten Teile.

Die Latten und Weidenäste der Dachkonstruktion sowie die Dachdeckung wurden komplett erneuert. Über die im Fischgrätmuster verlegten Weidenäste wurden Strohmatte gelegt, darauf loses Heu, dann eine Schichtenabfolge von Lehm, Tonerde und wieder Lehm. Die Ränder wurden mit einer Lage Lehmziegel, abgedeckt mit flachen Natursteinen und Mörtel, dem sogenannten Parapet, beschwert. Dieser bietet ausreichenden Überstand zum Schutz der Holzkonstruktion. Über der nördlichen Mauer wurde der Dachaufbau mit einem leichten Tiefenversprung im Frontverlauf

ausgeführt, so dass die Symmetrie der Außengrenzen der Holzkonstruktion gewahrt blieb. Der Wasserablauf wurde in die beiden hinteren Innenecken gelegt.

#### **7.6. Ergänzungen**

Alle vier originalen Türzapfen wurden komplett in Pappelholz ergänzt. Um eine dichte und stabile Leimfuge zu erhalten, haben wir uns gegen eine Teilergänzung entschieden. Als Schutz vor evtl. herunterfließendem Wasser, wurden die Ergänzungen mit wasserfestem PU-Leim geleimt. Jeder Zapfen wurde zusätzlich mit zwei 15 mm-Holznägeln gesichert. Da die Zapfen in ihrer ursprünglichen Stärke hergestellt und zusätzlich mit Yakleder beschlagen wurden, waren Ergänzungen in den Zapfenlöchern nicht notwendig. In die Schwellenlöcher wurden lediglich flache Steine als zusätzliche Auflagen eingelegt. Das Leder wurde mit Aprikosencreme bestrichen. Zur Verminderung des Sandeintrags und zur Verbesserung der Optik wurden die äußeren Stufen, die Fläche unter den Türflügeln und die (Sitz-)flächen der Mauersockel mit Natursteinplatten im Zementmörtelbett gepflastert. Der Holzanschluss wurde mit einer Lage Pappe ausgeführt.

#### **7.7. Beschläge**

Die Eisenbeschläge wurden mit Wattestäbchen und Limonensaft, der als Komplexbildner funktionierte, abgerieben. Dadurch konnte die Korrosionsschicht deutlich ausgedünnt werden. Anschließend wurde mit abgekochtem Wasser nachgewischt und mit Stahlwolle leicht nachpoliert. Bei der Behandlung des Türziehers zeigte sich, dass es sich bei dem oberen Blech um Messing handelt. Dieses schwarz angelaufene Blech konnte mit Limonensaft gut gereinigt werden und erhielt anschließend eine Beschichtung mit Paraloid B72.

#### **7.8. Oberflächenbehandlung**

Risse im Holz wurden offen gelassen. Etwaiger Salzeintrag durch Urin blieb unbehandelt, da es an der nötigen Feuchtigkeit fehlt, diese in Lösung zu bringen und somit schädlich werden zu lassen.

Alle Holzoberflächen wurden mit Leinölfirnis, verdünnt mit Terpentinersatz 3:1, eingestrichen. Das alte Holz wurde dadurch kräftig angefeuert, das neue Holz blieb relativ hell und einem natürlichen Alterungsprozess überlassen. Leider blieb uns keine Zeit, die Trocknung des Öls abzuwarten und den Farbton danach einzuschätzen.



## 8. Resumee

Aufgrund von Zeitverzögerungen zur Erlangung einer offiziellen Arbeitserlaubnis, die die bereits begonnenen Arbeiten unterbrechen, mussten einige Kompromisse eingegangen werden. Um die Arbeit in der uns zur Verfügung stehenden Zeit zu vollenden, verzichteten wir auf ausführlichere Tests beispielsweise zur Farbgebung des neuen Holzes, die wir gerne durchgeführt hätten.

An dieser Stelle möchten wir uns noch einmal bei allen Kollegen der Leh Old Town Initiative bedanken, die mit großem Fleiß und Begeisterung die Restaurierung des Tores ermöglicht haben.

## 9. Verwendete Materialien

- Knochenleim	lokales Produkt
- Pflanzenleim	lokales Produkt
- Fischleim	Fa. Kremer Pigmente
- PU-Leim	Fa. Fevicol
- Paraloid B72	Fa. Kremer Pigmente
- Isopropylalkohol	lokales Produkt (Apotheke)
- Ammoniak	lokales Produkt (Krankenhaus)
- Klucel	Fa. Kremer Pigmente
- Leinöl, doppelt vorgekocht	Aeroplane Brand
- Terpentinersatz	lokales Produkt

## 10. Literaturverzeichnis

Cunningham, Alexander: *Ladák - Physical, Statistical and Historical*,  
Srinagar, 2006, Nachdruck von 1854

Kaul, Shridar & Kaul, H. N.: *Ladakh Through The Ages – Towards A New  
Identity*, Neu Delhi, 1992

Monga, P. & Ramana, P V. (Hrsg.): *Emerg, Environment and Sustainable  
Development in the Himalayas*, Neu Delhi, 1992

Sagwal, S.S.: *Ladakh – Ecology and Environment*, Neu Delhi, 1981

Seminararbeit

Ulmer, R. & Westebbe, P.: *Modifizierte Glutinklebstoffe*, TU München, 2002