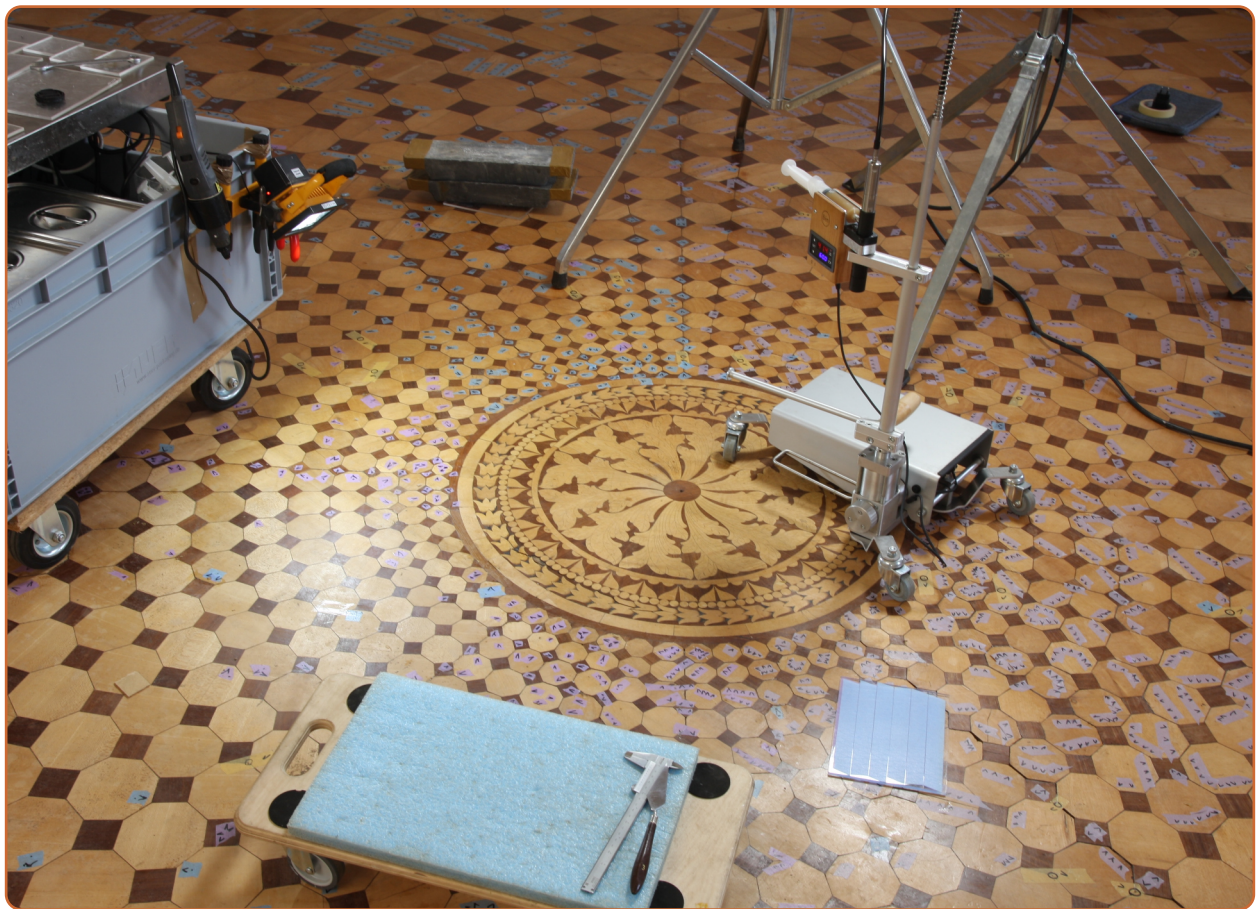




Restaurierung und Konservierung von zweischichtigem Tafelparkett mittels Steno-Injektion

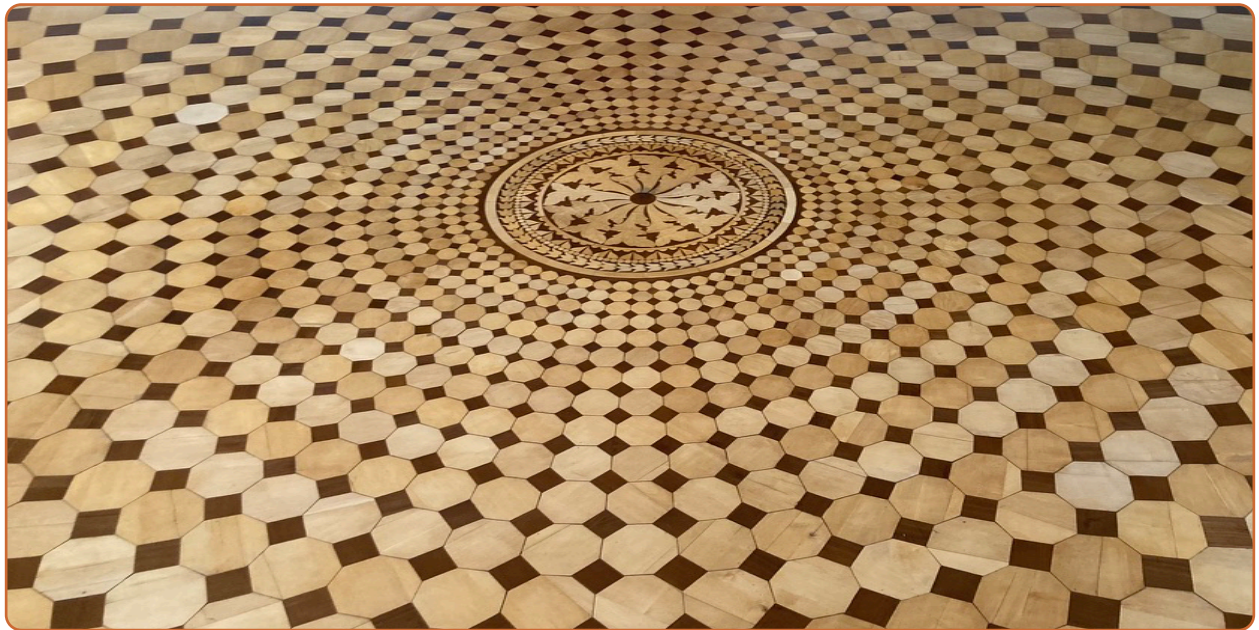


Steno-Injektion bietet im Bereich der Restaurierung und Konservierung von zweischichtigem Tafelparkett eine Reihe neuer Möglichkeiten, insbesondere bei der Konsolidierung der Furnierschicht. Der folgende Text skizziert in allgemeiner Form die Mechanik der Beschädigung des Bodens sowie die Methoden und den Aufwand der Restaurierung. Dabei wird besonderer Wert auf die Erhaltung der Holzsubstanz sowie auf die langfristige und nachhaltige Restaurierbarkeit des Bodens gelegt. Thematisiert werden Aspekte, die bei der Pflege sowie Restaurierungsarbeiten nicht vernachlässigt werden dürfen. Der Text richtet sich an Restaurator:innen, Denkmalpfleger:innen und Verwalter:innen von Objekten, in denen sich zweischichtiges Tafelparkett befindet.

Inhalt:

Zweischichtiges Tafelparkett	4
Steno-injektion	5
Die Furnierschicht und der Mechanismus ihrer Beschädigung	6
Phasen der Ablösung der Furnierschicht	7
Konstruktion und Stabilität eines Marketeriebodens	13
Verbreitung von Schäden innerhalb der Konstruktion des ZTP	14
Stabilisierung einer Parketttafel durch eine Kittinjektion	15
Bereiche mit und ohne Besucherverkehr	16
Nut-Feder-Verbindung der Parketttafeln	16
Warme Glutinleime	16
Kalte Glutinleime	17
Injektionsloch	17
Verwendung von ungeeigneten Materialien	18
Erhalt der maximal möglichen Stärke des Furniers	18
Fazit	21

Zweischichtiges Tafelparkett



Ein restaurierter Marketerieboden, Schlossmuseum Quedlinburg

Der Begriff „zweischichtiges Tafelparkett“ (ZTP) umfasst furnierte Tafelparkettböden unterschiedlicher Ausführung und Güte. Von einfach furnierten quadratischen Tafeln, die nur durch einer Kreuzfuge verziert sind, bis hin zu aufwendigen Marketerieböden.

Eine zweischichtige Parketttafel besteht in der Regel aus einer verleimten Nadelholztafel, die mit einem bis zu 6 mm dickeren Edelholzfurnier furniert ist. Die Verarbeitungsqualität eines Marketeriebodens ist oft meisterhaft, und es handelt sich nicht selten um Objekte von erheblichem künstlerischen Wert. Sehr oft ist gerade der Marketerieboden das Wertvollste, das ein Besucher im historischen Interieur bewundern kann.

Im Gegensatz zu Möbeln, die in Depots gelagert werden können, erfüllen Böden weiterhin ihren ursprünglichen Zweck. Und nicht nur das. Barockböden wurden z.B. für eine geringe Anzahl an Schlossgästen konzipiert. Heute werden in den Schlössern einige von ihnen Tausende von Besuchern empfangen, wodurch sie einer deutlich höheren Belastung ausgesetzt sind.

Neben der mechanischen Belastung wirken auf die ZTP auch weitere Einflüsse wie Temperaturschwankungen, Feuchtigkeit, Sonneneinstrahlung oder Einflüsse biologischer Art. Abgesehen von Extremsituationen (z. B. Rohrbruch, Brand, Herabfallen von Gegenständen) ist die Mechanik der Beschädigung bei allen ZTP sehr ähnlich. Dadurch entstehen typische Schäden, die allen ZTP gemeinsam sind. Der folgende Text wird sich mit Bearbeitung von diesen Schäden mittels Steno-Injektion befassen.

Steno-injektion



Injektion eines Marketeriebodens, Schlossmuseum Quedlinburg, UNESCO

Steno-Injektion ist inzwischen eine etablierte Technologie im Bereich der Holzrestaurierung. Es handelt sich um ein Injektionsverfahren, das in der Lage ist, Knochen- und Hautleim in standardmäßiger Viskosität durch sehr kleine Öffnungen mit einem Durchmesser von 0,3–0,5 mm zu injizieren. Durch die Steno-Injektion ist die Konsolidierung von Furnieren, Rissen und Konstruktionsverbindungen möglich, ohne dass das Objekt zerlegt werden muss und ohne dass der Eingriff aus dem üblichen Abstand zu erkennen ist.

Die Steno-Injektion bringt im Bereich der Restaurierung und Konservierung von zweischichtigen Parkettböden eine Reihe von Vorteilen und neuen Verfahren mit sich:

- Ermöglicht einen effektiven Einsatz von Warmleim. (Zweischichtige historische Böden dürfen nicht mit modernen Klebstoffen restauriert werden).
- Ermöglicht eine sehr schnelle Verleimung der Furnierschicht bereits in der Anfangsphase der Ablösung.
- Der Eingriff ist nahezu unsichtbar.
- Die Verleimung ist reversibel sowie wiederholbar, falls sich in der Zukunft die gleiche Stelle lösen sollte.



Steno-Injektionsgerät Si2, Foto: Jan Vrabec

Die Furnierschicht und der Mechanismus ihrer Beschädigung

Der wertvollste Teil des ZTP ist die Furnierschicht. Diese ist gleichzeitig der größten Belastung ausgesetzt. Aus diesem Grund müssen alle Konzepte zur Restaurierung, Pflege und Nutzung auf ihren Erhalt zielen!

Abgesehen vom Durchtreten des Furniers beginnt der Großteil der Beschädigungen der Furnierschicht mit deren Ablösung vom Untergrund. Das Ablösen der Furnierschicht ist ein kontinuierlicher Prozess, der nicht aufgehalten werden kann und erwartbar bei dieser Art von Konstruktion ist. Wenn sich der Boden in einem guten Zustand und unter stabilen klimatischen Bedingungen befindet, verläuft dieser Prozess sehr langsam. Extreme klimatische Schwankungen beschleunigen ihn wiederum rasant. Durch regelmäßiges Überwachen von Klima und Schäden sowie durch rechtzeitige Gegenmaßnahmen, einschließlich der Festigung abgelöster Stellen, kann dem Prozess entgegen gewirkt werden.

Phasen der Ablösung der Furnierschicht

1. Hörbare Phase

Wenn man auf ein scheinbar stabiles Furnier des ZTP klopft, kann man feststellen, dass viele Stoßfugen zwischen den Marketerieteilen ein gewisses Maß an Ablösung aufweisen. In dieser Phase sind nur ein paar Millimeter von der Fuge gelöst und das Furnier hebt sich noch nicht ab. Die Stoßfuge ist weiterhin so dicht, dass keine Verunreinigungen unter das Furnier gelangen. In dieser Phase kommt es noch zu keinem Verlust der ursprünglichen Substanz. Es handelt sich um die anfängliche und wahrscheinlich längste Phase des Ablösungsprozesses.

Jede dieser Stellen hat jedoch das Potenzial, sich auszubreiten. Daher ist die Lokalisierung und Injektion dieser Stellen bereits in der ersten Phase der Ablösung ein wichtiger Schritt. Lokalisierung dieser Stellen kann zudem auf eine Quelle der Beschädigung hinweisen und ermöglicht deren Beseitigung, bevor es zu größeren Schäden kommt.

Eine Konsolidierung der Ablösungen in der ersten

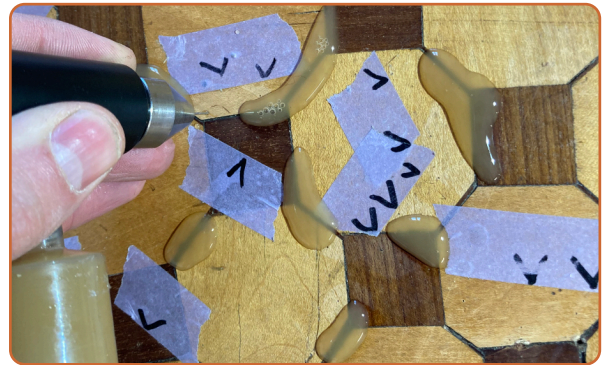


Mit einem Klebeband abgeklebte Stoßfugen zwischen den Marketerieteilen. Schlossmuseum Quedlinburg

Phase ist sehr einfach:

- Die Fuge wird meist mit Klebeband abgeklebt, um sie abzudichten und zu verhindern, dass der Leim zu früh nach außen austritt.
- Durch das Klebeband werden Löcher mit einem Durchmesser von 0,5 mm direkt in die Stoßfuge gebohrt.
- In den abgelösten Bereich wird Warmleim injiziert.
- Das Klebeband wird abgezogen und überschüssiger Leim wird mit einem Schwamm und warmem Wasser von der Oberfläche entfernt.

Diese Stellen müssen in der Regel nicht beschwert werden. Die Injektion dauert nur wenige Minuten.



Injektion eines Marketeriebodens, Schlossmuseum Quedlinburg

2. Sichtbare Phase

Wenn die Stelle nicht bereits in der ersten Phase konsolidiert wird, beginnt sich das Furnier zu abzuheben und die Stelle wird oft beim Blick auf das Relief des Bodens sichtbar.

Dennoch gelangen noch keine Verschmutzungen unter das Furnier und es kommt nicht zur Abnutzung des angehobenen Teils.



In der zweiten Phase hebt sich oft die Stelle leicht über die Oberfläche.

In der zweiten Phase besteht die letzte Möglichkeit, den Bereich zu restaurieren, ohne dass dauerhafte Schäden entstehen. Da sich die gelöste Stelle bereits anfängt beim Betreten zu bewegen, ist der Übergang in die dritte Phase tendenziell schneller als der Übergang von der ersten zur zweiten Phase. Eine Niederleimung sollte zeitnah geplant werden.

Die Konsolidierung des Bereichs in der zweiten Phase ist nach wie vor sehr einfach:

- Es werden Bohrungen meist in die Stoßfuge gesetzt.
- Warmleim wird unter das Furnier injiziert und die Überreste abgewischt.
- An die Stelle wird eine Folie und eine warme Platte gelegt.
- Der Bereich wird mit dem notwendigen Gewicht beschwert, damit das Furnier wieder in die Ebene zurückkehrt.
- Nach dem Aushärten wird das Gewicht entfernt und die Stelle mit warmem Wasser gereinigt.

So eine Niederleimung dauert bereits drei- bis viermal länger als eine Injektion einer Stelle in der ersten Phase.



Beschwerte Stellen nach einer Injektion. In der rechten unteren Ecke ist das Steno-Injektionsgerät zu sehen. Schlossmuseum Quedlinburg.

3. Phase der offensichtlichen Beschädigung



Deutlich sichtbare gelockerte Stellen im Relief des Bodens, Neues Palais Potsdam.

Mit der Bewegung des Furniers breitet sich die gelockerte Stelle aus und unter das Furnier gelangen zunehmend Verschmutzungen, die das Furnier zusätzlich anheben. Dadurch kann sich das Furnier beim Betreten nicht in seine ursprüngliche Position zurückbiegen, und die überstehende Stelle wird schneller abgetragen. Dies führt zum Verlust der historischen Substanz.

Umfang der Restaurierung dieser Stellen:

- Die Stelle wird angehoben oder demontiert.
- Die Leimflächen werden gereinigt.
- Falls das Furnier beim Eindrücken unter dem Niveau der Oberfläche liegt, muss eine Unterlage angefertigt werden.
- Warmleim wird aufgetragen.
- Das Furnier wird in die Ebene gedrückt, oft unter Verwendung einer großen Menge an Gewichten.
- Nach der Aushärtung wird das Gewicht entfernt und die Stelle gereinigt.



Abgeschliffenes Ahornfurnier an einer gelösten Stelle. Auf der linken Seite liegt ein vorbereiteter Unterlegkeil. Schlossmuseum Quedlinburg.

Bei einer Restaurierung dieses Umfangs kann es zu folgenden Veränderungen kommen:

- Veränderungen im Relief des Bodens
- Erweiterung der Stoßfuge zwischen den Marketerieteilen
- Möglicherweise sind noch nachträgliche Korrekturen erforderlich, wenn das Gesamtbild nicht zufriedenstellend erscheint. Dies ist oft mit weiterem Materialverlust verbunden.

Die Restaurierung eines abstehenden Furniers in der dritten Phase dauert 15 bis 60 Minuten, also bis zu 30-mal länger als eine Injektion einer Stelle in der ersten Phase.

Ein Fußboden mit Stellen in der dritten Phase sollte nicht mehr von Besuchern betreten werden, oder die gelösten Stellen sollen anderweitig geschützt werden.

Zugabe von Ethanol in den Glutinleim

Verschmutzungen unter einem Furnier enthalten meist Wachs, mit dem die Oberfläche des Bodens gepflegt wird. Wachs ist ein starkes Trennmittel und verringert die Wirksamkeit des Warmleims erheblich. Aus diesem Grund wurden Stellen mit Verschmutzungen grundsätzlich abgelöst oder aufgebrochen, um sie zu reinigen. Dies führt allerdings erneut zu Verlusten des Originalmaterials, sofern es nicht mit größtmöglicher Präzision ausgeführt wird.

Basierend auf In-situ-Tests wurde festgestellt, dass eine Zugabe von Ethanol in den Warmleim seine Wirksamkeit an wachsverschmutzten Stellen deutlich erhöht.

Der Leim dringt durch die Staubschicht besser durch und verbindet sich mit dem Untergrund. Die Haftfestigkeit war bei den meisten Tests trotz der Verschmutzungsschicht überraschend hoch.

Es ist daher nicht unbedingt notwendig, alle Stellen, in die Staub gelangt ist, zu demontieren. Wenn das Furnier noch in die Ebene gedrückt werden kann, ist es unter bestimmten Umständen möglich, die Stelle mittels Steno-Injektion auf die gleiche Weise wie in der zweiten Phase zu konsolidieren.

Festigkeitsproben sollen bei jedem Boden durchgeführt werden, um die Wirksamkeit der Materialien zu überprüfen. Die Zusammensetzung der Stäube kann je nach Art der Nutzung sowie Pflege unterschiedlich sein.



In-situ-Klebersuche auf verschmutztem Untergrund mit einer 2-mm-Spaltweite, und einer bis zu 0,5 mm starken Staubschicht. Schlossmuseum Quedlinburg.

4. Destruktive Phase



Langfristig vernachlässigter Boden. Teile der Intarsie fehlen oder stehen so hoch ab, dass ein sofortiges Abbrechen und Verlust droht.
Schloss Ludwigslust. Foto: Atelier Pucalka, Potsdam.

In der vierten Phase kommt es bereits zum Ablösen großer Flächen und ganzer Marketerieteile. Teile des Furniers brechen ab, was zu erheblichen Verlusten an der ursprünglichen Substanz führt.

Die Restaurierung solcher Stellen ist zeitaufwendig. Es ist notwendig, die Teile und Bruchstücke an ihre ursprünglichen Positionen zurückzusetzen und fehlende Teile mit dem entsprechenden Holz im passenden Anschnitt zu ergänzen.



Demontage eines langfristig gelockerten Teils der Marketerie.
Schloss Ludwigslust. Foto: Akanthus Restaurierungen GmbH, Eberswalde.

Die Ergänzungen müssen perfekt bündig und reliefreu angepasst werden, wobei das angrenzende Originalfurnier nicht bearbeitet werden darf. Ein Abhebeln oder Abschleifen der Originalteile führt zu einem unnötigen Abtrag des Originalmaterials, bis zum Totalverlust auf bereits ausgedünnten Bereichen. Es kommt zu einer deutlichen Veränderung der Patina sowie dem Aufdecken von Anobienfraßgängen.

Um eine nachträgliche Bearbeitung zu vermeiden, sollen auch die abgelösten Marketerieteile exakt auf die Höhe des benachbarten Furniers eingeleimt werden. Das ist nicht immer einfach.

Wenn eine große Fläche auf einmal geleimt wird, sind beträchtliche Gewichte erforderlich, oft mehrere hundert Kilo, und das Risiko, dass einige Fugen nicht in einer Ebene liegen, ist hoch.

Dank der Steno-Injektion ist es möglich, großflächige Verleimungen schrittweise vorzunehmen:

Zuerst werden die Kanten des Furnierteiles verleimt. Es wird darauf geachtet, dass die Fuge dicht ist und keine Höhenstufe entsteht. Eine eventuelle Korrektur ist in diesem Fall einfach, da es nur wenige Millimeter entlang der Fuge verleimt sind. Erst wenn die Stoßfugen perfekt sitzen, wird die Fläche injiziert und verleimt.

Diese Methode ist wesentlich schonender gegenüber dem Objekt.

Das Restaurieren und Ergänzen von Stellen in der vierten Phase kann mehrere Stunden dauern.

Einen Fußboden mit Stellen in der vierten Phase kann nur eine eingewiesene Person betreten. Abgebrochene Teile sollen provisorisch mit kohäsionsarmen Klebstoff auf Glutin- oder Stärkebasis fixiert werden oder inklusive genauer Lokalisierung deponiert werden.



Abgelöste Marketerieteile an einer langfristig vernachlässigten Stelle mit starker Verschmutzung unter dem Furnier.
Schloss Ludwigslust. Foto: Atelier Pucalka, Potsdam.

Regelmäßige Kontrolle des Fußbodens und rechtzeitige Verleimung der gelösten Stellen sind entscheidend für den Erhalt der Furnierschicht. Wenn jedoch das Ablösen der Furniere in die dritte oder vierte Phase gerät, steigen die Restaurierungskosten sprunghaft an und es gehen erhebliche Anteile der Originalsubstanz verloren.

Konstruktion und Stabilität eines Marketeriebodens



Demontierte Parketttafel, unter deren sich die ursprünglichen Unterlegeleisten und der Blindboden befinden.
Originalzustand, Schloss Ludwigslust
Foto: Akanthus Restaurierungen GmbH, Eberswalde

Eine instabile Fußbodenkonstruktion erlaubt das Durchbiegen und Verdrehen der Parketttafeln. Bei jedem Betreten des Parketts entstehen Spannungen in den Leimfugen, was zu einer allmählichen Abschwächung der Verbindung führt und das Entstehen von Schäden begünstigt.

Bei der Restaurierung ist es notwendig, alle möglichen Laufzonen inklusive deren Belastungen zu definieren und die Bodenkonstruktion entsprechend zu ertüchtigen.

Dies gilt insbesondere für die **Unterlagenebene**, die sich zwischen der Tafel und dem Blindboden befindet. Kleinere Tafeln sind ursprünglich nur an ihren Ecken unterlegt, was in beanspruchten Bereichen nicht ausreichend sein kann.

Je stabiler die Unterkonstruktion ist und je weniger Bewegung sie beim Betreten zulässt, desto weniger werden die Klebeverbindungen belastet.

Der **Dielenboden**, der sich unter den Parketttafeln befindet, sollte vor allem in den Laufzonen stabil sein und keine sichtbare Bewegung beim Betreten aufweisen. Gegebenenfalls ist eine zusätzliche Verstärkung der Konstruktion notwendig.

Wenn ein Tafelparkett ausgebaut wird, ist es eine seltene Gelegenheit, alle Konstruktionselemente zu prüfen, reparieren oder anhand der geplanten Belastung zu ertüchtigen.

Risse und offene Leimfugen in der Blindkonstruktion der Parketttafel lassen sich ohne großen Aufwand steno-Injektiv wieder verleimen. Konstruktionsteile, die starke Verwerfungen, breite Äste, viele Fraßgänge oder andere Mängel, die ihre Stabilität beeinträchtigen, aufweisen, stellen besonders in den Laufzonen eine potenzielle Schadensquelle dar und sollten durch ein stabiles Material verstärkt werden. Damit es nicht zum Verlegen einer instabilen Tafel kommt, ist eine gute Kontrolle vom Einbau zu empfehlen.

Bei der Restaurierung der Blindkonstruktion und Verlegung des restaurierten Parketts ist stets zu beachten, dass der Fußboden bei richtiger Pflege in den kommenden hundert oder zweihundert Jahren nicht ausgebaut werden muss.

Dies bedeutet jedoch nicht, dass in den nächsten hundert Jahren keine weiteren Schäden auftreten. Sowohl die Leimverbindungen der Blindkonstruktion als auch die Leimfuge unter dem Furnier werden sich weiterhin langsam lockern. Mit der Steno-Injektion ist es jedoch möglich, eine Reihe beginnender Mängel frühzeitig zu stabilisieren, bevor sie sich ausweiten.



Ein gerissener Rahmenteil einer Parkettafel und in Folge dessen ein Furnierschaden. So eine Beschädigung kann durch eine mangelhafte Unterlegung der Tafel in der Laufzone kommen. Schloss Ludwigslust. Foto: Akanthus Restaurierungen GmbH, Eberswalde.

Verbreitung von Schäden innerhalb der Konstruktion des ZTP



Beispiel: Parkettboden mit gelockerten und teilweise deformierten Teilen der Marketerie. Eine nicht begehbare Zone, Schloss Schwerin.

Die Verbreitung von Schäden innerhalb der Konstruktion ist ein Phänomen, das bei dieser Art von Objekten ausgeprägter auftritt als bei anderen Holzobjekten. Die Konstruktionselemente des Bodens stehen in einer engen Verbindung miteinander. Ein instabiler Dielenboden kann beim Betreten das Durchbiegen der Parkettafel

erlauben. Durch die wiederholende Belastung lösen sich die Verbindungen der Rahmenkonstruktion und in den betroffenen Bereichen kann sich auch die Marketerie ablösen.

Der Schaden kann sich auch seitlich innerhalb des Konstruktionselements ausdehnen. Eine gelockerte Rahmenverbindung ermöglicht Bewegungen der Konstruktion und erhöht die Belastung der verbleibenden Verbindungen.

Bei einer gelösten Ecke eines Furniers, konzentriert sich (bei einer mechanischen oder hygroskopischen Bewegung des Untergrunds gegenüber dem Furnier) die Scherkraft genau an der Grenze der noch intakten Fuge. Es ist nur eine Frage der Zeit, bis sich die Stelle löst und die Grenze verschiebt. Je größer der abstehende Furnierteil, desto höher die Scherkraft und gleichzeitig die Bewegung des Furniers. Beide Faktoren beschleunigen den Ablösungsprozess.

Ein Schaden breitet sich tendenziell mit einer zunehmenden Geschwindigkeit aus.

Die Geschwindigkeit, mit der eine Ablösung entsteht hängt von folgenden Faktoren ab:

- Klimatische Belastung
- Mechanische Belastung
- Konstruktion. Insbesondere bei einer Überlappung von Teilen unterschiedlicher Faserrichtung ist die Leimfuge mehr belastet.
- Festigkeit der Klebeverbindung

Stabilisierung einer Parkettafel durch eine Kittinjektion

Das Steno-Injektionsgerät ermöglicht die Injektion einer Kittmasse, die mit Hautleim gebunden und mit Phenolharz-Hohlkugeln gefüllt ist. Dieser Kitt kann Hohlräume bis zu 10 mm ausfüllen und wird bei der Stabilisierung gelockerter Konstruktionselemente verwendet.

Beim Restaurieren des ZTP wird dieser Kitt genutzt, um das Parkett gegen dem Dielenboden abzustützen. Damit ist es möglich, das Parkett zu stabilisieren, ohne den Boden demontieren zu müssen. Diese Methode funktioniert gut bis zu einer Distanz von 10 mm zwischen der Unterseite des Parketts und dem Dielenboden. Für größere Abstände ist eine mehrfach wiederholte Injektion notwendig.



Test der Unterfüllung des Parketts mit Injektionskitt, Spaltbreite 5 mm.



Eine Injektion vom Injektionskitt erfolgt durch eine Kanüle mit einem Außendurchmesser von 0,6 mm in eine gelockerte Dübelverbindung der Skulptur. Links ist der Kitt sichtbar, der aus der Fuge austritt.
Bachelorarbeit, FH Potsdam, Patrik Kujas

Der Kitt wird mit einer Nadel mit einem Außendurchmesser von 0,6–0,8 mm bis zu einer Tiefe von 11 cm injiziert.

Das Material ist reversibel und vollständig kompatibel mit dem ursprünglichen Leim.

Bereiche mit und ohne Besucherverkehr

Anforderungen an einen Fußboden in der Laufzone, wo hundert Besucher täglich durchlaufen sind gravierend unterschiedlich gegenüber einem Bereich ganz ohne Besucherverkehr. Während die Laufzone durch Eingriffe in die Substanz ertüchtigt werden muss und mit einer widerständigen Ölschicht versiegelt ist, kann auf dem gleichen Fußboden wenige Meter entfernt, streng konservatorisch gearbeitet werden.

Auch wenn ein Fußboden nicht ausgebaut werden soll und nur eine steno-injektive Festigung geplant ist, ist es notwendig, eine Diskussion über die Belastung sowie das Ausmaß des Eingriffs einzelne Bereiche zu führen. Aufgrund dessen kann die Injektion unterschiedlich gestaltet werden. In den Laufzonen wird eine erhöhte Menge an Leim verwendet, um sicherzustellen, dass die Furniere vollständig verleimt sind. Die Tafeln lassen sich durch eine Kittinjektion stabilisieren. In wertvollen Bereichen ohne Besucherverkehr kann wiederum die minimalste Menge an Leim injiziert werden, um eine dritte oder vierte Ablösungsphase zu verhindern und gleichzeitig die höchste Authentizität des Bodens zu bewahren.

Weil auch eine Verleimung als ein Eingriff in die Originalsubstanz zu betrachten ist.

Nut-Feder-Verbindung der Parkettafeln

Die Nut-Feder-Verbindung, die sich umlaufend an den Kanten einer Tafel befindet, ist eine zerlegbare Verbindung und darf als solche nicht verleimt werden. Dies würde einen späteren Ausbau des Bodens erheblich erschweren. Die Tafelgrenzen sind nicht immer leicht zu erkennen, doch ist die Klarheit über ihren Verlauf grundlegend wichtig für die Festigung des Furniers. Die Grenzen sollen deutlich mit einem Klebeband vor der Injektion markiert werden oder im Zweifelsfall komplett mit einem farbigen Klebeband abgeklebt werden.

In die Fuge zwischen den Parkettafeln darf niemals injiziert werden!

Die losen Stelen in diesem Bereich werden in der Fläche angebohrt und der Leim nur tropfenweise injiziert, damit er nicht zwischen die Tafeln hineinläuft.

Wenn ein Fußboden ausgebaut ist, ist es zu empfehlen, die Nut-Feder-Verbindung mit Wachs als Trennmittel zu behandeln.

Dies würde eine uneingeschränkte steno-injektive Festigung über Jahrzehnte hinweg ermöglichen, ohne dass es ein Risiko besteht, die Tafeln miteinander zu verleimen.

Warme Glutinleime

Bis Anfang des 20. Jahrhunderts wurden ZTP mit Knochen- und Hautleim geleimt.

Es handelt sich um sogenannte Warmleime, weil sie im warmen Zustand aufgetragen werden. Diese Leimart zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Hohe Klebkraft, vergleichbar mit der von modernen Klebstoffen in guter Qualität.
- Haltbarkeit der Leimverbindung: Die Leimstellen können über Jahrhunderte halten, der Leim verändert kaum seine Eigenschaften.
- Reversibilität der Verbindung: Glutinleime quellen in Wasser. Die Verbindungen können nicht nur zerlegt, sondern auch wiederverleimt werden, indem man frischen Leim injiziert. Der alte Leim in der Fuge wird durch das Wasser aktiviert und verbindet sich mit dem frischen Leim. So entsteht eine Verbindung mit einer ähnlichen Festigkeit, wie die der ursprünglichen Verleimung. Diese Reaktivierung kann sehr oft wiederholt werden.
- Verarbeitung in warmem Zustand: Haut- und Knochenleim müssen in erwärmtem Zustand verarbeitet werden. Nur wenige Handwerker beherrschen den Umgang mit diesen Leimen, weshalb es notwendig ist, einen Restaurator mit den entsprechenden Erfahrungen zu finden. Das Steno-Injektionsgerät erleichtert die Arbeit mit Warmleim erheblich: Es hält den

Leim vorgeheizt in einer Kartusche und injiziert ihn mit hoher Geschwindigkeit, sodass der Leim auch unter dem Furnier nicht abkühlt, bis die gesamte gelöste Stelle benetzt wird. Der Benutzer muss sich weder um die Temperatur, noch um die Konsistenz des Leims kümmern.

- Warmer Leim geliert nach dem Abkühlen und bildet noch vor der vollständigen Aushärtung eine teilweise stabile Verbindung. An Stellen ohne Spannungen kann die Zwingenzeit deutlich früher beendet werden als bei einem kalten Leim, z.B. bei Fischleim.
- Ermöglicht die Verwendung von Phenolharz-Hohlkugeln als Füllmaterial. Dieses Material ist sehr leicht und steigt in Bindemitteln auf, die nicht gelieren.

Kalte Glutinleime

Diese Leime können im kalten Zustand verarbeitet werden, da sie in der Regel Komponente enthalten, die die Geliertemperatur herabsetzen. Hersteller geben oft die genaue Zusammensetzung nicht an, sodass der Restaurator nicht genau weiß, welche Stoffe in den Boden eingebracht werden. Das birgt potenzielle Risiken für die Zukunft.

Dennoch werden diese Materialien, meist Fischleim, im Holzrestaurierungsbereich häufig verwendet und stellen eine gute Alternative dar, wenn der Einsatz von Warmleim technologisch nicht möglich ist.

Eigenschaften:

- Flüssig bei Raumtemperatur
- Hohe Klebkraft
- Sehr lange offene Zeit – ein wesentlicher Vorteil gegenüber dem Warmleim
- Reversibel und kompatibel mit Warmleim
- Lange Trocknungszeit

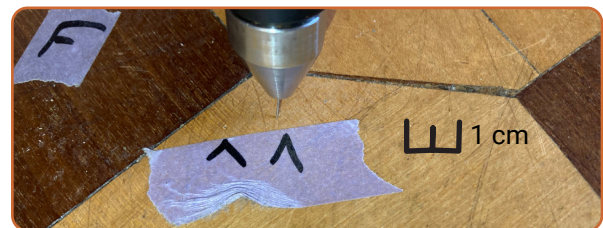
Bei der Restaurierung von ZTP, die mit Warmleim geleimt wurden, dürfen nur Glutinleime verwendet werden! Warmleime werden gegenüber den Kaltleimen bevorzugt. Verbindungen, die mit Glutinleim geleimt wurden, können jederzeit durch die Steno-Injektion erneuert werden. Diese Eigenschaft ist entscheidend für die langfristige Pflege des ZTP.

- Oft unbekanntes Rezeptur
- Höherer Preis als beim Warmleim

Kaltleime können mit dem Steno-Injektionsgerät injiziert werden, jedoch sollten die Warmleime bevorzugt werden.

Injektionsloch

Standardmäßig viskoser Hautleim kann mit einer Kanüle von 0,3 mm Außendurchmesser injiziert werden. Diese Bohrung ist für die Anwendung auf ZTP in der Regel zu klein und wird auf Möbeloberflächen verwendet. Im Fußbodenbereich werden Kanülen mit einem Außendurchmesser von 0,5 mm verwendet.



Eine 0,5-mm-Kanüle in dem Injektionsloch, Schlossmuseum Quedlinburg

Ein 0,5-mm-Loch ist aus der Arbeitshöhe besser zu erkennen und die Kanüle stabiler. Mit einem 0,5-mm-Loch lässt sich am Fußboden deutlich schneller arbeiten als mit einem 0,4-mm-Loch. Von der Betrachtungshöhe ist die Bohrung immer noch kaum zu erkennen.

Das Loch wird mit einem Stahldraht gebohrt, der mit einer Kneifzange schräg abgeschnitten wird. Das Bohren der Löcher ist auf dieser Weise sehr einfach und schnell.

Verwendung von ungeeigneten Materialien

Bei Reparaturen am ZTP wurden ab der zweiten Hälfte des 20. Jh. zunehmend kunstharzbasierte Klebstoffe verwendet. Die Gründe waren vor allem eine einfache Verarbeitung und gute Verfügbarkeit von diesen Materialien, die in den Tischlereien den Warmleim verdrängt haben.

Die Fertigkeiten im Umgang mit Warmleim sind allmählich verloren gegangen und damit auch das Vertrauen in das Material.

Moderne Klebstoffe versprachen hohe Festigkeiten, allerdings nur beim Verleimen von sauberem Holz. Das Furnier eines historischen Bodens wurde mit Glutinleim geleimt und besitzt deswegen eine Schicht aus tierischem Protein auf der Leimfläche. Der Kleber bildet daher keine Verbindung mit dem Holz, sondern vor allem mit dem historischen Leim. Durch eine Injektion von einem Kunstharzkleber unter das Furnier entsteht eine Art Folie zwischen zwei leimgetränkten Flächen, die eine zukünftige Verleimung derselben Stelle erheblich erschwert. Die Restaurierbarkeit des Bodens ist dadurch eingeschränkt.

Bei betroffenen Fußböden ist es nicht klar, welche Stellen mit modernen Kunstharzen geklebt wurden und welche nicht. Unter dem Furnier befindet sich eine Mischung aus verschiedenen Materialien und die Festigkeit der Verbindungen lässt sich nicht mehr garantieren. Eine Dekontaminierung des Bodens ist technisch nicht durchzuführen.

Eine Kontamination eines historischen Fußbodens mit Kunstharz ist unbedingt zu vermeiden!

Erhalt der maximal möglichen Stärke des Furniers

Dieses Thema steht nicht im direkten Zusammenhang mit Steno-Injektion, ist jedoch äußerst wichtig für die Langlebigkeit des Bodens.

Die Lebensdauer des Furniers hängt unmittelbar von ihrer Stärke ab.

Beim Restaurieren, Pflegen und Benutzen des Bodens ist es entscheidend darauf zu achten, dass möglichst wenig Material von der Oberfläche abgetragen wird!

Wenn auf der Oberfläche des Bodens eine matte Stelle erscheint, ist das ein Zeichen dafür, dass an dieser Stelle die Schutzschicht aus Wachs oder Öl fehlt und das Holz direkt abgetragen wird. Ein solcher Zustand ist in den Laufzonen unzulässig und die Schutzschicht sollte erneuert werden. Wenn eine schnelle Erneuerung nicht möglich ist, sollte die Stelle anderweitig geschützt werden.

Häufig kommt es bei Restaurierungsarbeiten vor, dass der Boden geschliffen oder geschabt wird, um eine sogenannte „optische Angleichung“ oder „frische Ausstrahlung“ zu erreichen. Dieser Umgang wird aus der Sicht der modernen Denkmalpflege oft als Fehler betrachtet. Wenn die Oberfläche des Bodens keine erheblichen Schäden aufweist und keine unerwünschte Lackschicht entfernt werden muss, besteht in der Regel kein Grund für eine abrasive Oberflächenbehandlung.

Restauratorische Technologien ermöglichen es, den Boden einschließlich seiner Oberflächenbehandlung zu erhalten.

Die weitverbreitete Annahme, dass nach jeder Restaurierung der Überzug entfernt und die Holzoberfläche abgeschliffen werden muss, hat in der Denkmalpflege keinen fachlichen Hintergrund!

Abrasives Oberflächenbearbeitung ist nur in Fällen zulässig, in denen ein eindeutiger Grund vorliegt.

Beispielsweise dann, wenn unerwünschter Lack oder Farbe entfernt werden musste und die Oberfläche nach dem Eingriff rau oder mit Farbrückständen übersät ist. In solchen Fällen kann die Oberfläche durch feines Schleifpapier, Schleifvlies oder sehr vorsichtig mit einem Schabwerkzeug geglättet werden. Dabei ist darauf zu achten, möglichst wenig Material abzutragen.

Es ist notwendig, eine Diskussion zu führen über:

- die Notwendigkeit der abrasiven Behandlung,
- die Tiefe des Eingriffs,
- das maximal zulässige Korn des Schleifmittels.

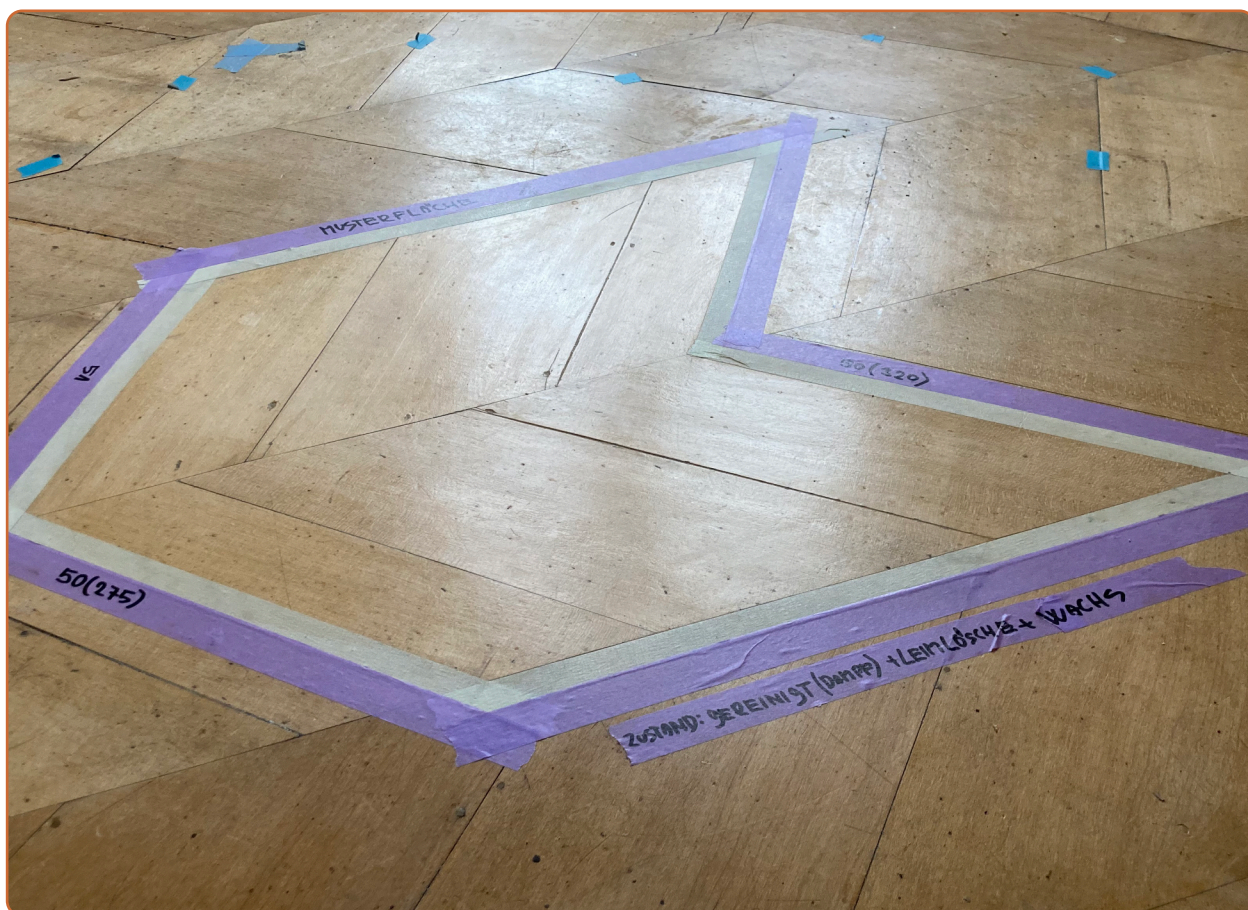
Um eine einheitliche Ausstrahlung eines Holzbodens zu erzielen, ist es notwendig, etwa 0,5 mm Holzmaterial von der Oberfläche zu entfernen. Dies reduziert seine potenzielle Lebensdauer um mehrere Jahrzehnte! Manche Bereiche am Fußboden können bereits so weit ausgedünnt sein, dass so eine abrasive Behandlung zum Komplettverlust des Furniers führen kann.



Durchgelaufene oder durchgeschliffene Furniersicht. Schloss Ludwigslust. Foto: Atelier Pucalka, Potsdam.

Die Oberfläche eines Bodens ist ein Zeitdokument: Sie enthält Spuren von Möbeln, die verraten, wo einst Möbel standen, Abdrücke von Schuhsohlen, verbrannte Stellen durch Kohlen vom Kamin, Tintenflecken unter dem Schreibtisch und weitere wertvolle Informationen.

Wenn es nur ein wenig möglich ist, sollen diese Informationen bewahrt werden!



Musterfläche: Die Fläche, die mit Klebeband umrissen ist, wurde mittels Steno-Injektion stabilisiert und von ungeeigneter Oberflächenbehandlung befreit. Die Oberfläche wurde mit Wasserdampf gereinigt, vorsichtig mit feinem Schleifpapier und Schleifvlies geglättet, mit Leimlöschung imprägniert und mit Wachs-Harzgemisch behandelt. Die Patina und das Relief des Bodens wurden dabei erhalten. Die Oberfläche der angrenzenden Flächen befindet sich im Zustand vor der Restaurierung. Schlossmuseum, Quedlinburg, UNESCO.

Fazit

Die Steno-Injektion wurde in den letzten Jahren an zahlreichen ZTP in Deutschland und Österreich eingesetzt. Die im Text aufgeführten Informationen basieren auf praktischen Erfahrungen, die in Restaurierungsprojekten gesammelt wurden. Doch ist die Technologie weiterhin jung und es fehlen noch wissenschaftliche Untersuchungen, die eine oder andere Aussage untermauern würden. Die Texte sind möglichst kurz gehalten und erwähnen nur die wichtigsten Informationen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu haben.

Mit diesem Dokument möchte ich Basiswissen für alle zur Verfügung stellen, die sich mit einer Restaurierungsplanung, sowie Umsetzung der Restaurierungsmaßnahmen am ZTP beschäftigen.

Ihr Jiří Bém

Bildquellen:

Schlossmuseum Quedlinburg, UNESCO. Restaurierung zweier Parkettböden, verantwortlicher Restaurator: Matthias Zimmer-Belter.

Schloss Ludwigslust. An der Restaurierung der Parkettböden im Schloss Ludwigslust waren mehrere Restaurierungsfirmen beteiligt. Die Abbildungen stammen von den Firmen:

- **Akanthus Restaurierungen**, Eberhard Roller, Eberswalde
- **Atelier Pucalka**, Maria Pucalka und Thierry Briend, Potsdam

Illustrative Fotografien:

Schloss Neues Palais in Potsdam, Schloss Schwerin in Schwerin

Sofern nicht anders angegeben, stammen die Fotografien vom Autor des Textes.

Danksagung:

Dank gilt dem **Schlossmuseum Quedlinburg, UNESCO, den Stiftungen SPSG und SSGK M-V** für die Möglichkeit, das Bildmaterial von ihren Objekten zu veröffentlichen.

Ebenso bedanke ich mich bei den oben genannten Restaurierungsfirmen für die Bereitstellung von Fotografien der Restaurierungsarbeiten.

Ein besonderer Dank geht an den Restaurator **Matthias Zimmer-Belter** für die Möglichkeit, an der Restaurierung des Bodens im Schloss Quedlinburg mitzuwirken, sowie an **Eberhard Roller** für die langjährige Zusammenarbeit und den Erfahrungsaustausch bei der Restaurierung des ZTP und anderer Objekte. Für ein hilfreichen Erfahrungsaustausch bei Großbaustellen möchte ich mich auch bei **Peter Kopp** aus Wien bedanken.

Ich danke auch der **FH Potsdam**, die die Entwicklung der Steno-Injektionstechnologie ermöglicht und unterstützt hat, sowie zahlreichen **Kunden und Nutzern der Steno-Injektion** für den Austausch von Informationen und Erfahrungen aus ihren Projekten.

Ich bedanke mich bei Michael Wirth von der SPSG für die fachliche Korrektur des Textes.

Ein besonderer Dank gilt meiner Freundin Maria Paul für ihre langjährige Unterstützung.

x

Autor des Textes:

Jiří Bém, Restaurator, M.A. Restaurator (FH)

tel.: +49 (0)157 731 409 25, e-mail: info@steno-injection.com

Copyright: Der Text und die Fotografien sind urheberrechtlich geschützt.

www.steno-injection.com

Unter folgendem Link finden Sie die **aktuelle Version** dieses Dokumentes:
www.steno-injection.com/download

Anmerkungen: