

# Holzverbindungen und deren Anwendung im Orgel- und Harmoniumbau

von Gilbert Scharfe

Als sich die Materialauswahl im Orgelbau Ende der 50-er Jahre mehr und mehr in Richtung homogener Materialien (Spanplatten, Hartfaser- und Tischlerplatten, usw.) verlagerte, begann zugleich in zunehmendem Maße der Verlust der Kenntnisse über die Massivholzverarbeitung. Hinzu gesellte sich der Umgang mit Materialien wie Aluminium, Eisen und Kunststoffen (für Trakturen, Tragegerüste und sogar Ventile und deren Beläge).

Jetzt ist wieder der unübersehbare Zeitpunkt gekommen, vermehrt, bzw. ausschließlich Vollholz einzusetzen; Sei es einerseits um Ressourcen zu schonen, andererseits um ein Produkt zu schaffen, das im Hinblick auf Dauerhaftigkeit, Ästhetik, Stabilität und Ökologie seinesgleichen sucht.

Wir dürfen es uns jedoch nicht herausnehmen, unseren Orgelbauern dieser vergangenen Zeiten, ihr Tun vorzuwerfen. Auch sie haben, wie wir heute, versucht, vorkämpferisch das Beste für ihr Werk zu geben. Dachte man doch bei den sogenannten homogenen Materialien an einen zeit- und somit kostensparenden Einsatz. Wenig bekannt war ebenso, wie sich die "neuen" Stoffe auf Dauer bewähren werden.

Vom Holz wissen wir aber, dass es sich bei rechter Behandlung über viele Generationen hinweg sogar selbst erhält, ohne dass irgendein chemischer Holzschutz vonnöten wäre. Hier müssen, als vorzügliche Beispiele, das Fundament von Venedig genannt werden, welches seinerzeit auf Holzpfählen errichtet wurde (1) oder die erstaunliche Haltbarkeit der Torpfeiler des Schlosses von Osaka, welche nach über tausendjähriger Haltbarkeit erst in heutiger Zeit ausgewechselt werden mussten (2).

Ist der Orgelbau seit jeher eine Tätigkeit, die mehrere Berufsgruppen beinhaltet, so reicht es auch nicht aus, nur Holzverbindungen und Techniken, welche scheinbar spezifisch für den Orgelbau gedacht sind, zu betrachten. Viel mehr soll hier versucht werden, auch die Vielfalt der Techniken mit einzubeziehen, wie sie der Zimmermann, der Bau- und Möbelschreiner, Kunstschreiner sowie auch der asiatische Schreiner und Zimmermann schon lange kennen.

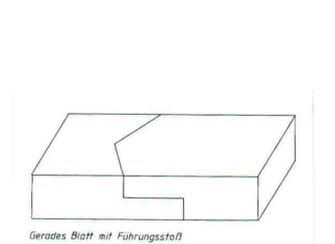
Im Folgenden wird auf die wichtigsten Arten, Holz in unterschiedlichster Weise zu verbinden, eingegangen; jeweils in Bezugnahme einer oder mehrerer Möglichkeiten der Anwendung im Orgelbau.

(1) "Der Waldwirt" Nr. 11 Jahrgang 1996 Seite 186

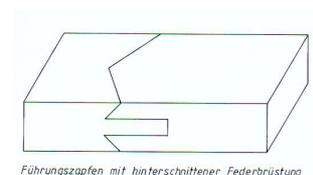
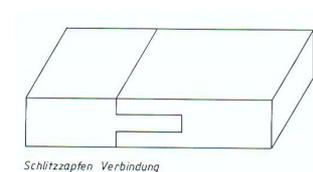
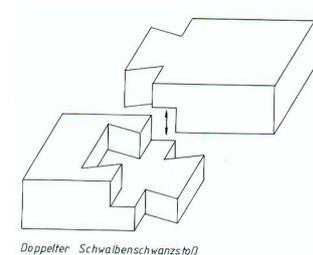
(2) Graubner, Wolfram: "Holzverbindungen" Stuttgart 1994

**Längsverbindungen:**

Eher selten genutzt wird die Weise, Holz der Länge nach zu verbinden. Betrachtet man aber dabei die Möglichkeit, die kürzeren Werkstücke auch in kleineren Werkstätten einfacher bearbeiten zu können, oder denkt man an den späteren Transport der Orgel (meist Gehäuse Teile oder Schleifen) vor Ort, so birgt der Längsverband doch große Vorteile.



Druck beansprucht, so

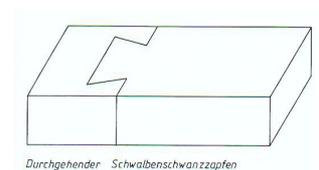
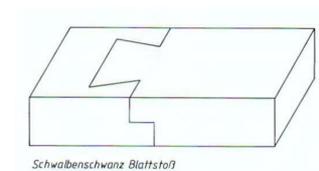
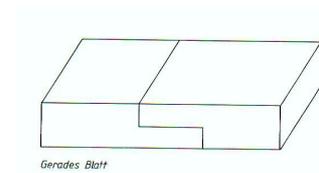


abgenagelt werden.

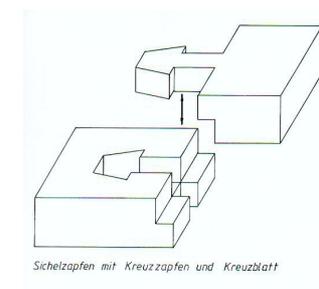
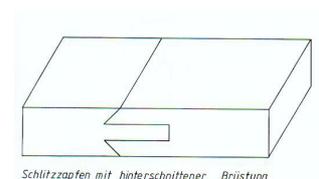
Eine ebenso traditionelle, wie auch vielseitige Verbindung ist die Sichelzapfenverbindung. In Japan wird sie bereits seit ca. 1000 n. Chr. ausgeführt.

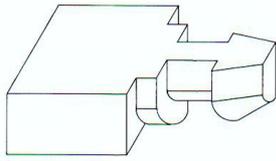
Um den Ausriss eines Sichelzapfens durch Verdrehen oder Schwund zu verhindern empfiehlt es sich, ihn als Sichelzapfen mit Kreuzzapfen und Kreuzblatt auszuführen.

Eher unstabilere Verbindungen stellt das gerade Blatt (auch Überblattung genannt) dar, dessen Stabilität in seitlicher Richtung sich schon durch einen Führungsstoß erhöhen lässt. Wird das Werkstück auf Zug wie auch auf Druck beansprucht, so empfiehlt sich die Ausführung als Schwalbenschwanz Blattstoß (bei mittlerer Werkstückdicke), als doppelter Schwalbenschwanzstoß (bei starken Werkstücken) oder nur mit durchgehendem Schwalbenschwanzzapfen (bei eher schwachen Leisten, wie zum Beispiel Schleifen).



Die relativ schlechte Stabilität der Schlitzzapfenverbindungen, wie wir sie eher von gestemmtten Arbeiten kennen, kann beim Längsverband durch Ausführen einer hinterschnittenen Brüstung deutlich gesteigert werden. Noch besser verhält sich ein Führungszapfen mit hinterschnittener Federbrüstung. Die Schlitzzapfenverbindungen eignen sich im allgemeinen mehr zur Verwendung bei Belastung auf Stoß. Wirkt eine Zugbelastung oder eine seitliche Kraft, so muss unbedingt verbohrt oder mit Holznägeln

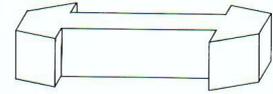




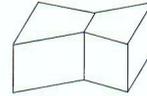
Sichelzapfen maschinell hergestellt

Um Arbeitszeit zu sparen kann mit entsprechend individuell produzierten Fräsern diese Verbindung auch gut maschinell hergestellt werden. Verwendung findet dieser Verband im Tragegerüstbau, als Windladenlager oder bei der Verwendung von Traversen im Innern der Orgel.

Will man eine ebenso rationell, wie auch schön hergestellte Verbindung erreichen, kann man die uns nun bekannten Sichelzapfen oder auch den Schwalbenschwanz genauso als Fremdverbinder zurichten. Auch wird so der relativ große Längenverlust, den ein Zapfen bedingt, eingedämmt. Diese Fremdverbinder sollten aus gutem Hartholz gefertigt sein. Die Querbelastung sollte nicht zu hoch sein, gegebenenfalls muss am Verbindungspunkt ein Lager vorgesehen werden. Fremdverbinder in Schwalbenschwanzform kennen wir speziell bei Schleifen von geteilten Windladen.

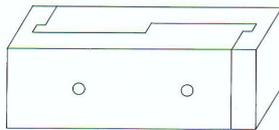


Sichelzapfen und

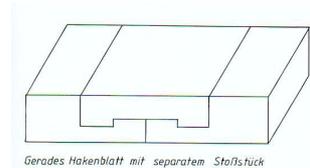


Schwalbenschwanz als Fremdverbinder

Unter die geraden Hakenblattverbindungen fällt das Bogenschloss, welches sich als gerades Hakenblatt mit Steckfalz versteht und zusätzlich mit Dübeln abgebohrt wird. Die einfachere Variante ist das gerade Hakenblatt mit separatem Stoßstück. Es ist leicht und schnell zu fertigen, benötigt aber unter der Stoßstelle ein Lager. Wie bei den meisten Längsverbindungen denken wir auch bei diesen beiden Möglichkeiten an die Verwendung beim Anlängen von Friesen, Trägern oder sonstwie großdimensionierter Balken oder Streben.

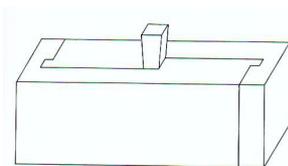


Bogenschloß



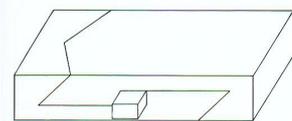
Gerades Hakenblatt mit separatem Stoßstück

Als ebenso anspruchsvoll in der Herstellung, aber eben auch speziell der Stabilität, darf das gerade, verkeilte Hakenblatt gelten. Nach eigener Erfahrung hält das später beschriebene, mit der Maschine hergestellte, gerade Hakenblatt oder auch französische Schloss, selbst ohne einen Tropfen Leim, gut die Belastung eines Orgelbauers (80 kg) in Keilrichtung, also quer zur Faser aus.



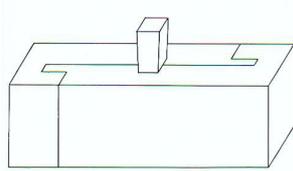
Hakenblatt mit Schloß und Keil

Das gerade Hakenblatt mit Schloss und Keil gilt als eine der stabilsten Verbindungen ihrer Art. Verbesserungen finden wir bezüglich der Zerstörbarkeit nur noch durch das Anbringen eines schrägen Führungsstoßes. Dieser erhält die Querbelastung bald auf dem Stand wie er nur mit durchgehendem Holz zu erreichen ist. Belohnt wird der hohe Produktionsaufwand mit einer geringen Auffälligkeit auf der flachen Seite, bedingt durch die Schrägschnitte des Führungsstoßes.



Hakenblatt mit Keil und schrägem Führungsstoß

Wird die Kante, welche den Verschlusskeil beherbergt, noch durch eine überfällzte Füllung verdeckt, so darf diese Verbindung ohne Bedenken auch im Sichtbereich, also bei Gehäusefriesen, hochkant oder quer, Verwendung finden. Will man nun das französische Schloss rationell herstellen, so schlage ich folgende Variante vor: Man führt nicht als

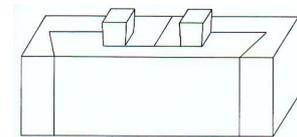


"Französisches Schloß" rationell hergestellt

Hakenblatt aus (dies ist ohne Spezialfräser eigentlich nur von Hand möglich), sondern als einfachen Steckzapfen mit Stecknut. Die Werkstücke können jeweils mit der gleichen Einstellung eingesägt werden, was mit einer entsprechend großen Schnitttiefe schnell erledigt ist. Jetzt muss nur noch die Keilnut eingeschnitten werden, welche am besten einen Versatz von ca. einem Millimeter erhält. Dadurch erhöht sich die Vorspannwirkung durch den

Hartholzkeil und somit schließen die Stöße schön eng.

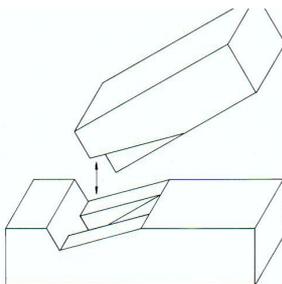
Sind wir abermals auf wenig Längenverlust der zu bearbeitenden Friese angewiesen, so empfiehlt sich ein Hakenblatt mit schräg untersetzt angeschnittenem und verkeiltem Schlossstück. Der Nachteil ist hier aber, dass man auf einer Seite konstruktionsbedingt zwei Stöße sehen kann.



Hakenblatt mit schräg untersetzt angeschnittenem und verkeiltem Schloßstück

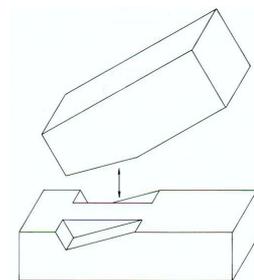
## Schrägverbindungen:

Die Schrägverbindungen benötigen wir, wenn die Winkelstellung der zu verbindenden Hölzer weniger als 90° beträgt.



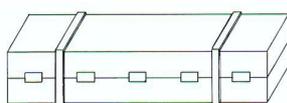
Stirnversatz mit Strebezapfen

Den Stirnversatz mit Strebezapfen wird man einsetzen, wenn man Laufböden der größeren Art zu unterstützen hat, um auch nach den Lagerstellen ein Durchbiegen zu verhindern. Noch besser und stabiler ist der einfache Stirnversatz eingeschlitzt. Er garantiert auch mehr Seitenbelastbarkeit, wie sie bei Verzug oder Querkräften benötigt wird. Auf ein Abnageln oder



Einfacher Stirnversatz eingeschlitzt

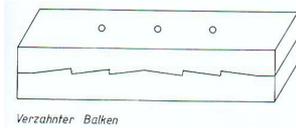
Verbohren darf zugunsten der Zugfestigkeit nicht verzichtet werden.



Verdübelter Balken

Ebenfalls zu den Schrägverbindungen müssen die verzahnten oder verdübelten Balken gerechnet werden. Beim Windladengerüstbau haben wir stets mit großen Kräften, bedingt durch das hohe Gewicht der Windladen selbst, wie auch des Pfeifenmaterials, zu kämpfen. Will man die aus der modernen

Zimmerei entlehnten Leimbinder als Unterlager für Windladen verwenden, so muss man mit einer teuren und energiefressenden Variante leben. Besser und sogar biege-, wie auch

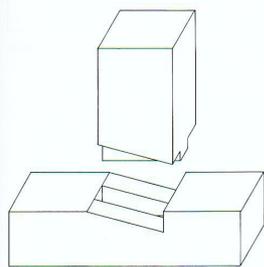


Verzahrter Balken

bruchfester, lassen sich solche Balken durch Verzahnung oder Verdübelung herstellen. Der verzahnte Balken besteht im Prinzip aus zwei Balken mit aneinandergereihten Versätzen; der gedübelte Balken aus zwei aufeinanderliegenden Balken, die durch doppelte oder einfache Keile miteinander verbunden sind. Bei beiden Arten

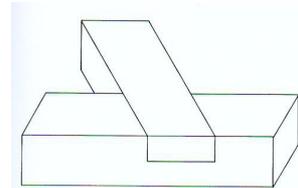
darf nicht das Zusammenhalten mittels umlaufender Bänder oder das Verschrauben mit durchgehenden Bolzen vergessen werden, da sonst bei Belastung ein Ausweichen eines Balkens in seitlicher Richtung ermöglicht wird.

Sucht man die oft verwendeten geraden Überblattungen oder Schlitz- und Zapfenverbindungen im Stimmleiterbau oder auch beim Gestellbau



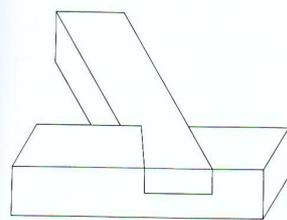
Riegelanschluß mit Versatz und Zapfen

zu variieren, so soll noch der Riegelanschluss mit Versatz und Zapfen erwähnt werden. Blätter als Schräganschlüsse sollten bei qualitativ gehobener Arbeit als vorausgesetzt gelten. Verfeinerte Art stellt der einseitige



Blatt als Schräganschluß

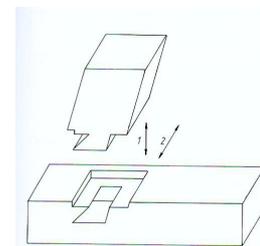
Schwalbenschwanz, bekannt von den



Einseitiger Schwalbenschwanz

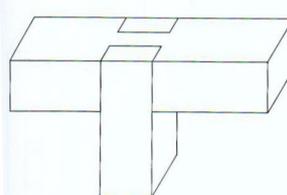
Zimmerern, dar. Benötigt man einen stabilen wie auch unauffälligen Schrägverband im Sichtbereich, so sollte das schräge halbe Schwalbenschwanzblatt, eingelassen mit Stirnversatz, erwähnt werden. Hier sehen wir von der Vorderansicht nur die stumpfe Stoßstelle, sodass eine Verwendung bei Schräganschlüssen an Gehäuseteilen

vorgenommen werden kann. Wir erhalten genügend Stabilität, um beispielsweise einen Prospektstock mit dem Gewicht der zugehörigen Pfeifen tragen zu können.



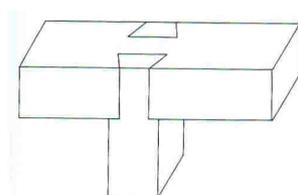
Schräges, halbes Schwalbenschwanzblatt eingelassen mit Stirnversatz

## Winkel- und Kreuzverbände:



Einfache Einhälsung

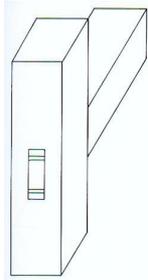
Die Einhälsungen stellen einen großen Teil guter Winkelverbände. Sie können sowohl einfach als auch mittels Gratnut entstehen. Ihr großer Vorteil liegt bei der Verwendung an Gabellagern für Windladen. Wir verzeichnen hier eine sehr hohe



Einhälsung in Gratnut

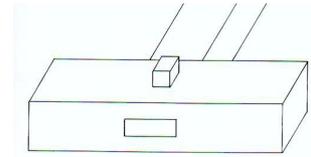
Scherfestigkeit. Die durchgehenden Gabeln eignen sich aufgrund des geringen Schwundmaßes gut als Windladenträger. Diese Anordnung bewahrt, eventuell an den Lagern befestigte Trakturen, vor zu großen Toleranzen (Wellenbrett- und Windladenhöhe verändern sich - wenn - dann gemeinsam!).

In gleicher Weise verwendet man den stumpfen Stoß in Form eines durchgehenden Zapfens



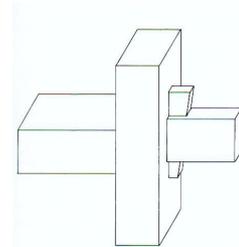
Durchgehender Zapfen verkeilt

mit Keilen. Auch hier liegen die Vorteile im durchgehenden Langholz als Auflager. Soll diese Verbindung wieder zerlegbar sein, so empfiehlt sich die Ausführung des durchgestemmtten Zapfens mit breitseitigem Keilschloß.



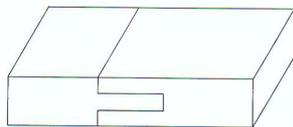
Durchgestemmtter Zapfen mit breitseitigem Keilschloß

Der durchgestoßene Zapfen mit längsseitigem Schloß wird oft bei Orgelsitzbänken mit Steg verwendet. Desgleichen kann der Keil auch breitseitig eingesetzt werden, will man unter der Sitzbank beispielsweise ein Notenfach einrichten.



Durchgestoßener Zapfen mit längsseitigem Schloß

Den Scherzapfen, auch Schlitz und Zapfen genannt, kennt der



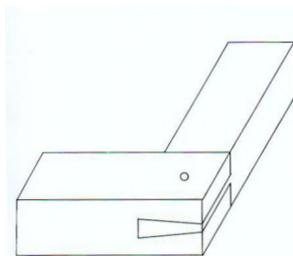
Schlitzzapfen Verbindung

Fachmann von gestemmtten Arbeiten. Die

Ausführungen sind vielfältig und entsprechend ihrer Anforderungen abzuändern. Die weniger bekannte und praktizierte

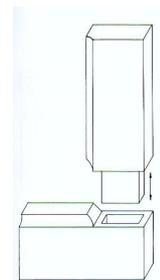
Variante ist der Zinkenzapfen. Er ermöglicht den Verbund im Winkel bei Hölzern größerer Querschnitte, sowohl auch von

Leisten auf Eck. Anstelle der häufig gesehenen Nut- und Federverbindungen bei Schwimmerbalgplattenrahmen ist es besser, den Zinkenzapfen einzusetzen.



Zinkenzapfen

Als Kontra zu den heute häufig genutzten Konterprofilfräsern beim Rahmen- und Füllungsbau, soll der weit stabilere Schlitz und Zapfen verdeckt auf Hobel genannt werden. Hier werden anstelle von kümmerlichen Federn richtige Zapfen angeschnitten, die den Rahmen, selbst bei sich lösender Leimfuge, am



Schlitz und Zapfen verdeckt auf Hobel

Auseinanderfallen hindern. Schwalbenschwanzförmige Zapfen stellen die

aufwendigsten, jedoch stabilsten Scherzapfenverbindungen dar.

Solch widerstandsfähige Arbeiten benötigen wir beispielsweise an

Balgbügeln von Schwimmerbälgen, wo

der Schwalbenschwanzzapfen als

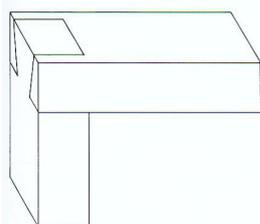
Eckstoß zur Anwendung kommt. Durch

seine Keilwirkung ist ein sich Öffnen

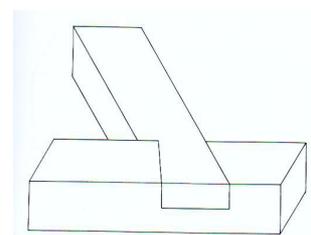
der Verbindung auch bei schlechten

Verleimungen nicht möglich. Will man

schraubenlose Arretierungen für Winkelbalken oder Wellenbretter

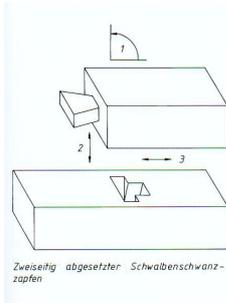


Schwalbenschwanzzapfen als Eckstoß

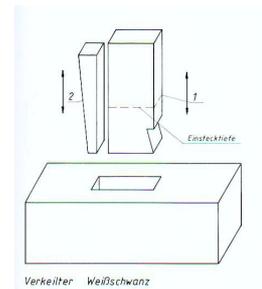


Einseitiger Schwalbenschwanz

herstellen, benötigt man den ein- oder zweiseitig abgesetzten Schwalbenschwanzzapfen.



Ebenso durch schnelle Montage wie auch Festigkeit zeichnet sich der verkeilte Weißschwanz aus. Benützen kann man ihn beim Rahmen- oder Gestellbau, wo auf eine wenig materialschwächende Verbindung geachtet werden muss. Überblattungen sind gut



bekannt vom glatten Eckblatt. Halten sie hier wenig Verdreh- oder

Scherbelastung aus, so kommt der, im

Holzpfefenrasterbau benötigten, Kreuzüberblattung größere

Bedeutung zu. Mit einem Hakenblatt kann man

die Zugfestigkeit solcher Rasteranlagen

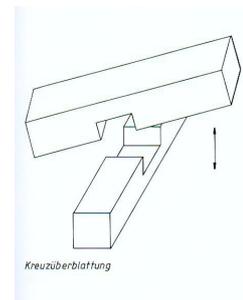
erheblich steigern, was bei einem eventuell

nötigen Begehen während der Wartungsarbeit

von Wichtigkeit sein kann. Es empfiehlt sich,

um die Stabilität noch zu vergrößern, den

Stützenkopf der Rasterstütze überstehen zu



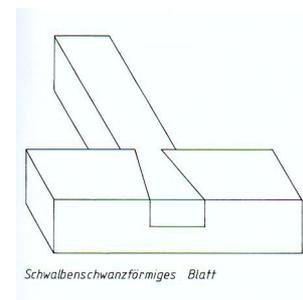
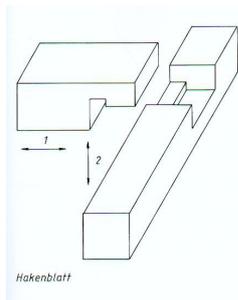
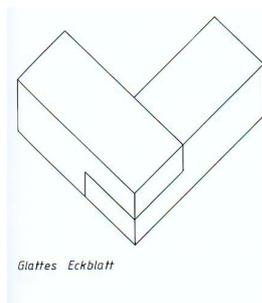
lassen, dabei wird die Vorholzlänge erhöht.

Genauso bei Rasterstützen, speziell unten am Fuß, kommt das

schwalbenschwanzförmige Blatt zur

Anwendung. Hier kann auch eine Sicherung

mittels Holznagel oder Schraube erfolgen.



## Flächenverbindungen:

Im Orgelbau müssen oft große Flächen bei Dächern oder

Rückwänden überdeckt werden. Dies geschieht rationell mit

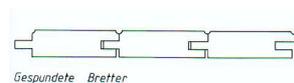
gespundeten Brettern. Schwierigkeiten bei unsymmetrischen

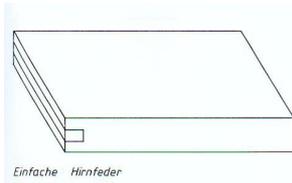
Gehäuseformen werden damit leicht überwunden. Die Montage

geht schnell und einfach. Spundungen gibt es in reicher Auswahl. Sie sind als industriell

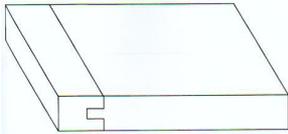
gefertigte Bodenbeläge und Holzdeckenbretter günstig zu bekommen, oder sie werden selbst

angefräst.



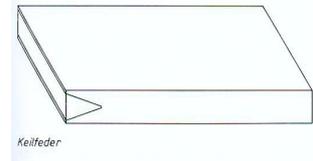


Einfache Hirnfeder

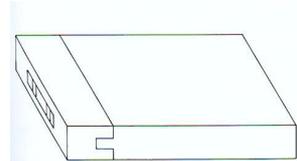


Hirnleiste angefedert

Die sogenannten Hirnleisten werden benötigt, um große Brettbreiten vor dem Verwerfen zu schützen. Hier kennen wir die einfache Hirnfeder, die Keilfeder, die Hirnleiste angefedert und als besonders gute Ausführung die Hirnleiste angefedert, verzapft und verkeilt.



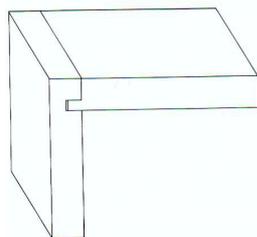
Keilfeder



Hirnleiste angefedert, verzapft und verkeilt

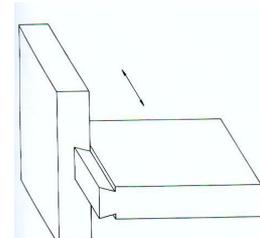
Im Orgelbau finden diese Hirnleisten Verwendung bei Rasterbrettern, Füllungen und Türen der einfachen Art. Es muss aber darauf geachtet werden, dass die Hirnleisten nie auf der gesamten Breite eingeleimt werden, um so Schwundrisse vorzubeugen.

Die wohl bekannteste Gruppe, da am häufigsten verwendet, ist die Flächenverbindung in zwei



Nut und Feder

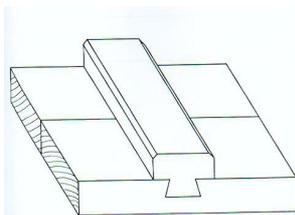
Ebenen. Die einfachste ist die Nut- und Federverbindung; oft benützt bei Kastenaufbauten, wie Schwimmbälgen, Kanälen oder Rollventilen usw.. Verbesserte Winkelhaltigkeit und Steifigkeit bietet zwar der zweiseitige Grat, jedoch ist dessen Anwendung nicht als Eckverbindung möglich. Stimmleitern, deren Tritte in die



Zweiseitiger Grat

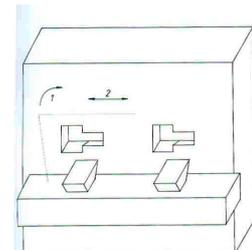
Wangen so eingegratet wurden, sind aber von bester Qualität.

Die geeignetste Methode um größere Tafeln, Füllungen, Wellenbretter oder Deckel am Reißen wie auch am Verwinden zu hindern, ist das Einsetzen von Gratleisten. Eingeleimt werden darf auch hier aufgrund der verschiedenen Schwundrichtungen nicht.



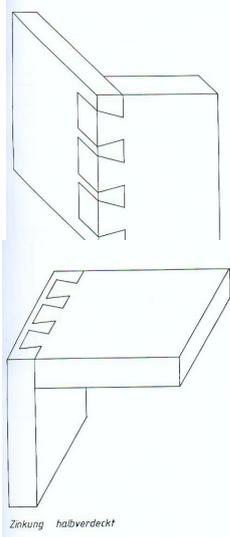
Gratleiste

Eine mehrfach abgesetzte Gratfeder dient dem selben Zweck wie die Gratleiste, obschon sie nicht als ebenso stabil gelten darf. Die Materialstärke ist hier zu gering. Der Vorteil liegt bei ihr in der leichten Lösbarkeit, und so kann man sie bei der Befestigung von Laufböden, Fachböden für Noten oder bei Prospektrastern einsetzen. Zur Montage oder Demontage der so verbundenen Teile ist kein Werkzeug notwendig, was bisweilen sehr hilfreich sein kann.

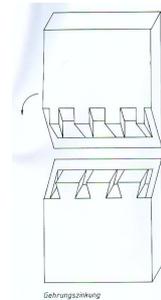


Mehrfach abgesetzte Gratfeder

Die stabilste aller Eckverbindungen, selbst bei wechselnden Klimaverhältnissen, ist ohne Zweifel die Schwalbenschwanzzinkung. Die Draufsicht der



Kanten wird verschönert, indem man den vorderen Zinken auf Gehrung absetzt. Benötigt man eine ununterbrochene Vorderansicht, zum Beispiel bei Pedalklavaturen oder Sitzbänken, dann kann die Zinkung halbverdeckt gestemmt werden. Soll diese Verbindung gar unsichtbar sein, so wähle man die aufwendige Gehrungszinkung. Hier bleibt einzig der Gehrungsschnitt sichtbar. Die Verwendung der Zinkungen im Orgelbau ist mannigfaltig. Sie reicht über Gehäusekränze, Pfeifenkerne bei großen Holzpfeifen, Bälge, Windladen, Windkästen etc..



Abschließend soll gesagt werden, dass eine Vielzahl der über 400 bekannten Holzverbindungen hier natürlich nicht berücksichtigt wurde. Ebenso ohne nähere Betrachtung bleiben der Füllungsbauelemente sowie die Vielfalt der maschinellen Verbindungen, wie sie derzeit auf dem Markt reißenden Absatz finden (Dübel, Flachfeder, Domino® u.a.). Dass dies den Rahmen meiner Erläuterungen sprengen würde, darüber bin ich sehr froh. Ist es für mich doch das Zeichen, dass nicht, wie so oft geglaubt, die künstlerische, technische und handwerkliche Begabung des Handwerkers gesunken ist! Lob gilt also jenen, die eine komplizierte und aufwendige Verbindung anfertigen, auch wenn sie später nicht mehr einsehbar ist; sei es aus Stabilitätsgründen oder aus Lust und Freude an der eigenen Arbeit oder auch nur zur Übung, damit das, was lange Zeit gang und gäbe war, nicht verloren geht.

#### Literaturverzeichnis:

Bücheler, Robert: "Der praktische Möbelschreiner", Stuttgart 1920

Gilinski; Hansen; Heidsieck; Koblitz; Parey und Rolfes: "Grundstufe Holztechnik" , Hamburg 1986

Graubner, Wolfram: "Holzverbindungen, Gegenüberstellung japanischer und europäischer Lösungen", Stuttgart 1994

Krauth, Theodor; Meyer, Franz Sales: "Das Schreinerbuch - die Möbelschreinerei", Karlsruhe 1902; "Das Schreinerbuch - die Bauschreinerei", Karlsruhe 1899

Nutsch, Wolfgang: "Handbuch der Konstruktion: Möbel und Einbauschränke", Stuttgart 1992