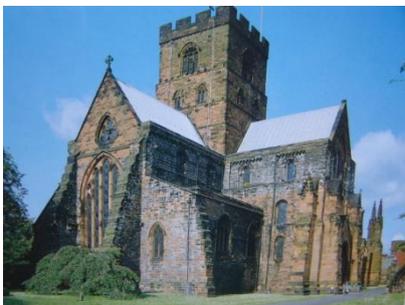


# Turmbauten

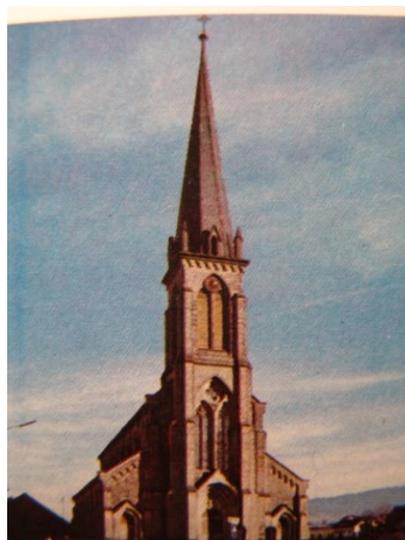
## Einleitung

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden einsetzbar und nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den Glockenturm, den Zeitturm, einen Aussichtsturm usw. Alle haben etwas gemeinsam. Die räumliche Form und die Proportion des Bauwerkes definieren es. Im Brockhaus von 1988 steht: „Turm, ein hohes Bauwerk, dessen Grundfläche im Verhältnis zur Höhe gering ist und das im Unterschied zum Hochhaus in der Regel nicht zum Wohnen dient“. Die Form eines Turmes kann verschieden sein und wurde auch der Nutzung entsprechend gewählt, rechteckig, quadratisch, rund, in der Höhe verjüngend. Sie können einseitig offen sein und als Schalentürme ausgebildet werden. Es gibt noch viele Eigenschaften die den Turm in seiner Nutzung und als Bauobjekt definieren.

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden einsetzbar und nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den Glockenturm, den Zeitturm, einen Aussichtsturm usw. Alle haben etwas gemeinsam. Die räumliche Form und die Proportion des Bauwerkes definieren es. Im Brockhaus von 1988 steht: „Turm, ein hohes Bauwerk, dessen Grundfläche im Verhältnis zur Höhe gering ist und das im Unterschied zum Hochhaus in der Regel nicht zum Wohnen dient“. Die Form eines Turmes kann verschieden sein und wurde auch der Nutzung entsprechend gewählt, rechteckig, quadratisch, rund, in der Höhe verjüngend. Sie können einseitig offen sein und als Schalentürme ausgebildet werden. Es gibt noch viele Eigenschaften die den Turm in seiner Nutzung und als Bauobjekt definieren.



Cathedrale von Carlisle GB, 1419



Kirche St. Vincent, Farvagny-le-Grand, Ende 19. Jh.



Castel Grande, Bellinzona

Die Baugeschichte zeigt uns heute, dass nicht nur die angewendeten Baumaterialien die Form und die Proportion beeinflussten, sondern auch der obere Abschluss vielseitig gestaltet werden kann. Es kann ein Dach in Form eines

Kegels, einer Pyramide, eine Kuppel oder ein flaches Dach sein. Auch hier gibt es viele verschiedenen Möglichkeiten. Je nach Turmkonstruktion ist neben dem Fundament wohl die Dachkonstruktion jener Bauteil, der statisch die grösste Aufmerksamkeit erfordert.

Im Folgenden möchte ich auf die Entwicklung von Turmdächer eingehen, die vor Jahrhunderten in Holz erstellt wurden und im speziellen auf die Verankerung von Turmdächer mit dem eigentlichen Mauerwerk oder Turm.

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den

### Vorgehen

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den

Ich habe mir Beispiele verschiedener Dachkonstruktionen gesucht und möchte deren Dachkonstruktionen mit der Verankerung im Turm näher betrachten und gegenüberstellen.

In einer ersten Phase sollen die äusseren statischen Einwirkungen aufgezeigt werden und deren Einfluss auf die Turmmauern.

Weiter soll die Konstruktion von zwei Turmdachtypen und die Verankerung in den Mauern analysieren werden.

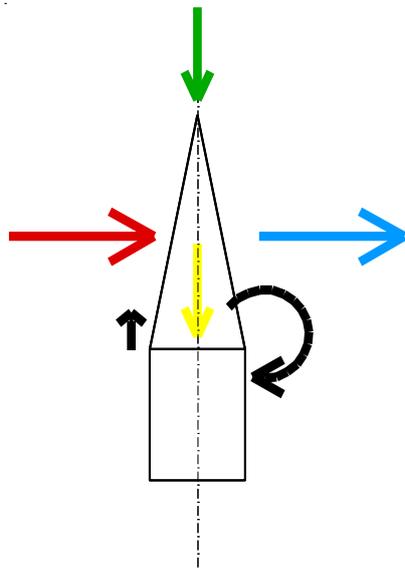
Abschiessen wird ein Vergleich angestellt, der unter Umständen aufzeigt, dass mit unterschiedlicher Konstruktion der Turmbau andere Dimensionen erreichen kann.

### Einwirkungen

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt

Ein Turmdach ist den Kräften der Natur ausgesetzt. Belastungen durch unterschiedliche Nutzlasten, Beschleunigungskräfte und dergleichen wirken in einem Turmdach nicht. Glockentürme können durch das Schwingen von tonnenschweren Glocken zusätzliche Belastungen

Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den



Schema Turmdachansicht

erfahren. Meist wirken diese aber nicht in das Turmdach, sondern direkt auf die Turmmauern.

Gelb = Eigenlast

Eigenlast der Dachkonstruktion mit den Ziegeln.

Grün = Schneelast

Rot = Windlast

Blau = Sog

Der Sog wird durch den Wind verursacht und wirkt zusätzlich zur Windlast.

Schwarz = Moment

Entsteht auf der Summe aller einwirkenden Kräfte mit dem entsprechenden Abstand.

## Eigenlast

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden einsetzbar und nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den

Bei nicht verankerten Turmdächern ist die Eigenlast äusserst wichtig. Vor allem die Ziegellast erhöht die Eigenlast erheblich. Die Eigenlast verhindert das Abkippen über die Mauerkante. Zusätzlich bewirkt die Eigenlast eine Reibung mit der Turmmauer, die gross genug ist, dass der Turm sich nicht seitlich verschieben kann.

## Schneelasten

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden einsetzbar und nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den

Je nach Dachneigung kann die Schneelast höchstwahrscheinlich vernachlässigt werden. Schnee rutscht ab und kann aufgrund des meist sehr kleinen Querschnittes des Turmes vernachlässigt werden.

## Windlasten

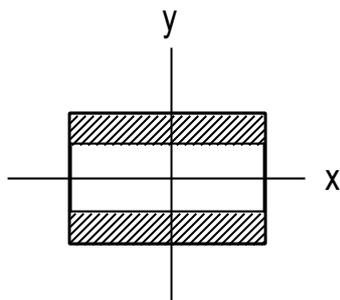
Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden einsetzbar und nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den

Es gibt Turmbauten, die den Winden sehr ausgesetzt sind und entsprechend haben unsere Vorfahren die Dächer klein und gedrungen konzipiert. Andere weniger exponierte Turmdächer sind sehr gross und entsprechend wirkt die Windlast auf die Konstruktion. Die Windlast erzeugt das grösste Moment auf die Mauern.

## Sog

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den

## Moment



Der Sog wirkt sich zusätzlich zur Windlast und Windrichtung auf die Momente aus. Dies jedoch weniger als die Windbelastung. Allerdings muss die Dachhaut (Ziegel, Bleche, Schindeln usw.) entsprechend dem Sog befestigt werden.

Das Moment ist die Summer aller Kräfte mit dem entsprechenden Abstand zum Moment. Das Moment ist auf die Schmalseite des Turmes am grössten.

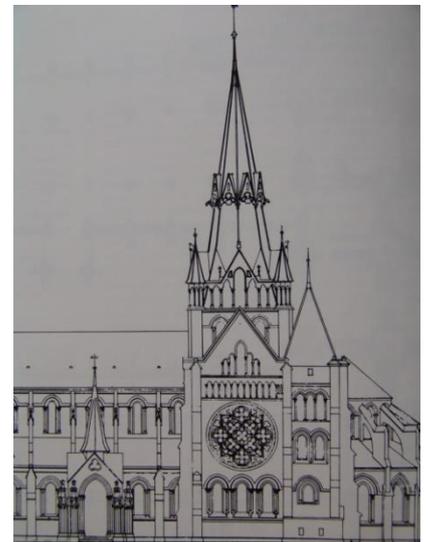
Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den



Castel Grande, Bellinzona

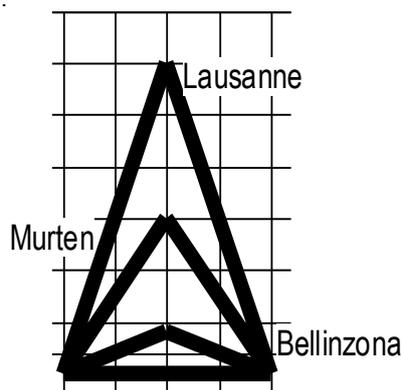


Hexenturm, Murten, 1350



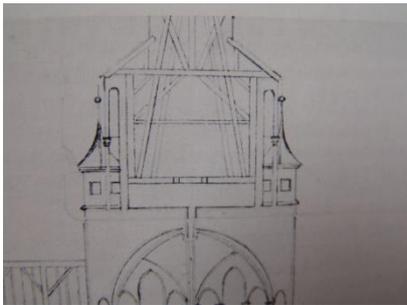
Kathedrale Lausanne, vor 1925

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den



Der Torre Nera des Castel Grande hat ungefähr das Verhältnis 1:5 der Turmmauern, und das Dach 1: 0.4. Dies ist auf die Sturmwinde im Tessin und die Architektur der Italiener, die eher tiefe Pyramidendächer erstellten, zurückzuführen. Das Dach wurde wohl kaum mit den Turmmauern verankert. Möglich dass der Schwellenkranz eingemauert wurde. Die Einwirkungen der Dachbelastungen auf die Mauern sind gering. Die Momente sind klein. Eher kann sein, dass die Eigenlast zu klein ist und dadurch die Reibung mit den Mauern zu gering, um ein Verschieben und verrutschen zu verhindern. Aus diesem Grund glaube ich, dass der Schwellenkranz bestimmt eingemauert ist.

Der Hexentum in Murten (Teil der Ringmauern) ist weniger den Sturmwinden ausgesetzt als Bellinzona, jedoch exponiert. Es besteht keine Dachbefestigung mit den Mauern, noch ist die Schwelle eingemauert. Die Proportionen liegen bei 2:5 im Mauerwerk und 2:3 der Dachkonstruktion.



Der Vierungsturm der Kathedrale von Lausanne ist nur gelegentlich stärkeren Winden ausgesetzt und weist die Proportion 2:6 auf. Hier besteht aber eine gewisse Einspannung im Turmmauerwerk.

Konstruktionsdetail Vierungsturm Kathedrale Lausanne

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den

Neben den Proportionen spielt auch die Nutzung, die Architektur, die Gestaltung und der Zweck eine grosse und wichtige Rolle. Ich würde meinen, dass die Statik oft nur eine untergeordnete Rolle auf die Turmdachgestaltung hat. Vielmehr werden die Belastungen durch die Materialisierung und damit mit der Eigenlast kompensiert. In den Bergregionen sieht man Turmdächer, die aus Stein bestehen oder mit Steinen eingedeckt wurden und damit die Eigenlast dermassen gross wird, dass allen Sturmwinden getrotzt werden kann.

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den

### Turmdach

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den

#### Bemerkungen

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den

Im folgenden sollen zwei Turmdächer bezüglich der Befestigung und Einspannung auf den Turmmauer näher betrachtet werden. Bei beiden Dächer handelt es sich um Holzkonstruktionen.

Im Mittelalter und in der früheren Neuzeit gab es grundsätzlich nur vier Baumaterialien, die im Rohbau verwendet wurden. Holz, Stein, Stahl und Ziegelsteine (Tonwaren). Von diesen Baumaterialien konnten zwei Zugkräfte übernehmen. Es sind dies Holz und Eisen. Es muss ergänzt werden, dass Holz nur beschränkt Zug aufnehmen konnte, weil die Holzverbindungen entsprechend ausgeführt werden mussten. Also mussten Holzverbindungen konstruiert werden, die grosse Zugkräfte aufnehmen konnten. Dies war im Mittelalter nahezu nicht möglich. Vereinzelt sieht man Eisenteile bei älteren Verbindungen, jedoch waren die Erkenntnisse erst ab dem 16. Jh. vorhanden.

### Münchenwiler/BE



Zeichnung

1833

In Münchenwiler/BE befinden sich die Überreste eines cluniazensischen Klosters aus dem 10. Jh. Die ursprünglich dreischiffige Kirche mit Vierungsturm ist nur noch teilweise erhalten. Über dem Vierungsturm befindet sich ein Pyramidendachkonstruktion in Holz mit einer Ziegeldeckung. 1448 brannte ein Teil der Klosteranlage ab. Nach dieser Zeit erhielt der Vierungsturm eine neue Dachkonstruktion. Eine Pfettenkonstruktion mit insgesamt vier Lagen. Die Grundrissmasse des Turmes betragen 7.50 x 7.50 Meter und die Höhe der Dachkonstruktion beträgt 10.80 Meter

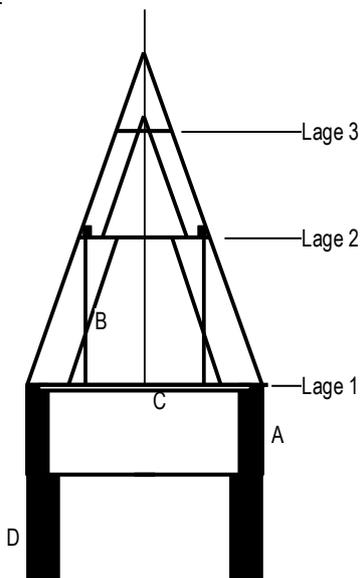
Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den



Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den

Foto Westansicht 1985 Schnitt

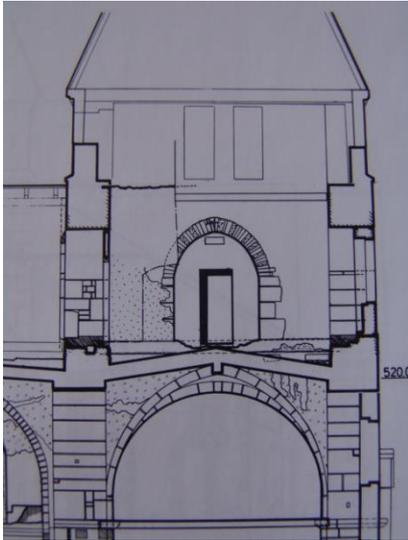
Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den



Auf den mittelalterlichen Mauern D wurde ein Mauerkranz A errichtet. Der innere Mauerabsatz dient als Auflager für die Estrichbodenbalkenlage. Die eigentliche Dachkonstruktion beginnt mit der Lage 1, bei welcher mit geringem Achsabstand sich eine Balkenlage C befindet. Diese als Plattform wirkende Balkenlage C nimmt alle Vertikalkräfte durch Streben B, Pfosten usw. auf und gibt sie in das Mauerwerk weiter. Die Balkenlage der Lage 1 ist nicht mit dem Mauerwerk verankert. Es gibt auch keine im Mauerwerk eingemauerte stehende Ständerkonstruktion, die ein Verutschen oder dergleichen verhindert.

Schemaschnitt durch Turm

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den



Die gesamte Dachkonstruktion ist in sich steif und ruht durch das grosse Eigengewicht auf der Kranzmauer A. Der Reibungswiderstand verhindert ein Abrutschen.

Interessant scheint mir, dass das Kranzmauerwerk nicht sehr stark gemauert wurde. Das es durch die grossen Normalkräfte (Horizontalkräfte) im Dach sich nicht seitlich abkippen lässt, ist dem Turmquerschnitt und der kastenartige Konstruktion des Turmes zu verdanken.

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den

**Benken/ZH**

Die katholische Pfarrkirche St. Peter und Paul wurde 1792 bis 1795 gebaut. Vor einigen Jahren musste der Dachstuhl restauriert werden. Dazu mussten genaue Massaufnahme des Dachstuhles erstellt werden.

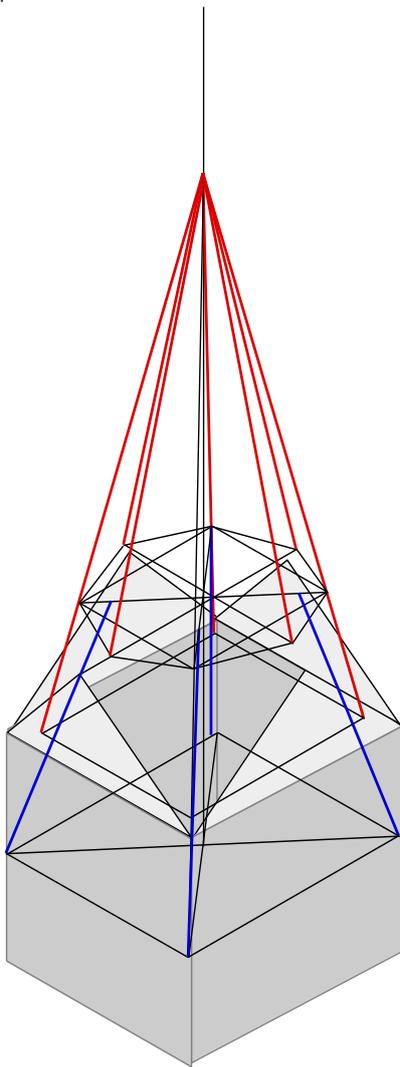
## Historische Tragwerke



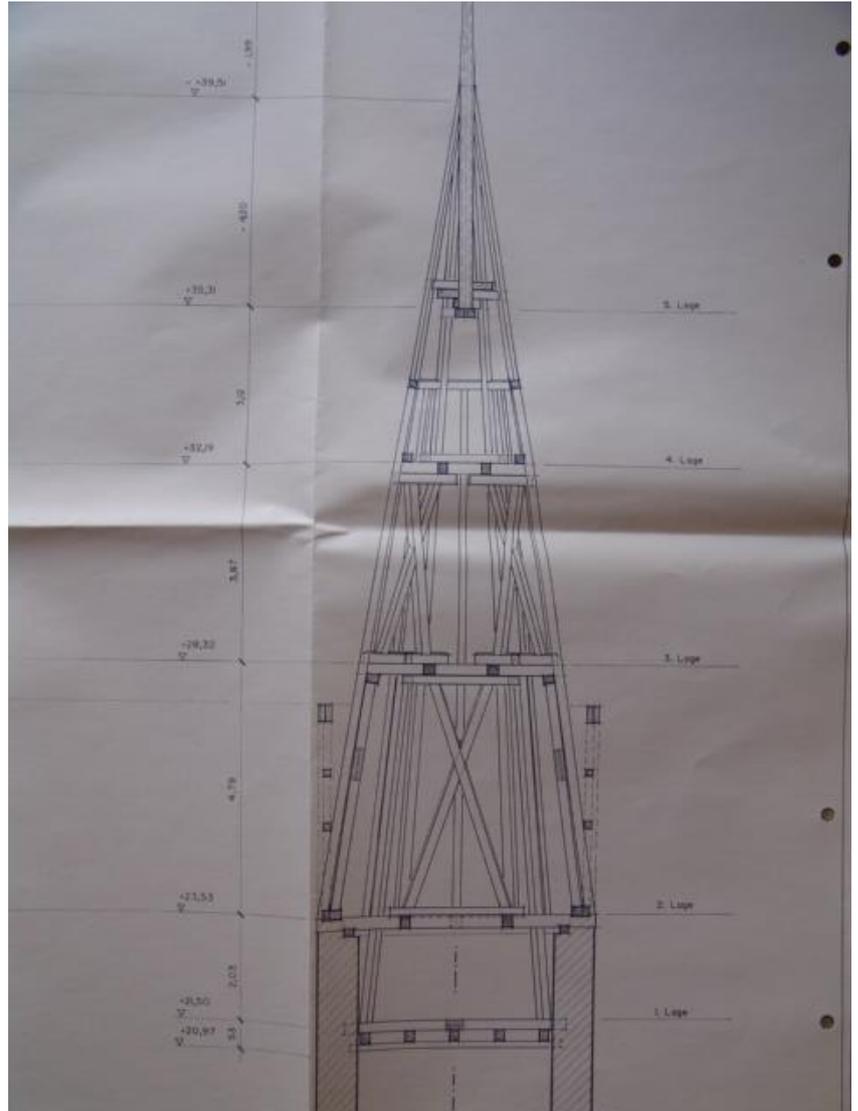
Der quadratische Turm 5.30 x 5.30 Meter besitzt eine achteckige Dachkonstruktion in Holz. Die Holzkonstruktion des Dachstuhls hat eine Höhe von 21.00 Meter.

Foto 2004

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den



Schema Primärbalken



Schnitt Massaufnahme

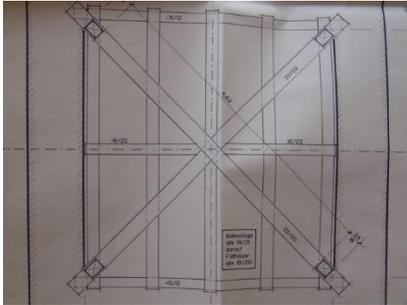
Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den

Bei näherer Betrachtung dieses Dachstuhles fällt auf, dass innerhalb der hohen Dachkonstruktion die primäre Trag- und Aussteifungsbalken im unteren Bereich eine Einspannung erzielen. Auf der Lage 1 befindet sich eine einfache Balkenlage mit zwei gekreuzten Diagonalbalken. Es sind die Bundbalken. Auf ihnen stehen in jeder Turmecke eine Strebe, die bis in die Lage 3 reicht. Die Lage 3 ist 7.80 Meter höher als die Lage 1. Demzufolge sind die Streben über



Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den

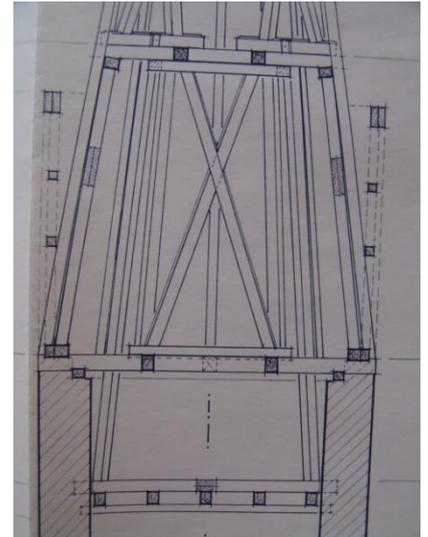
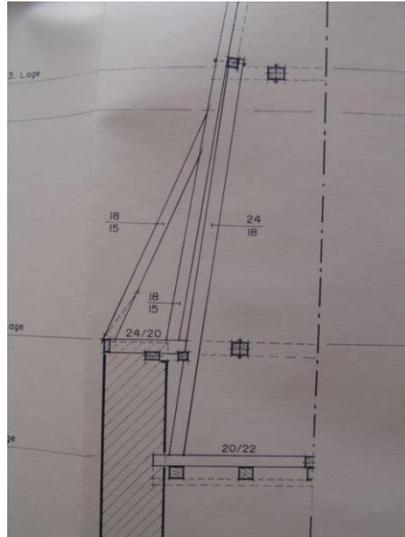


Lage 1

Die Bundbalken auf der Lage 1 reichen bis ins Mauerwerk.

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den



Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den

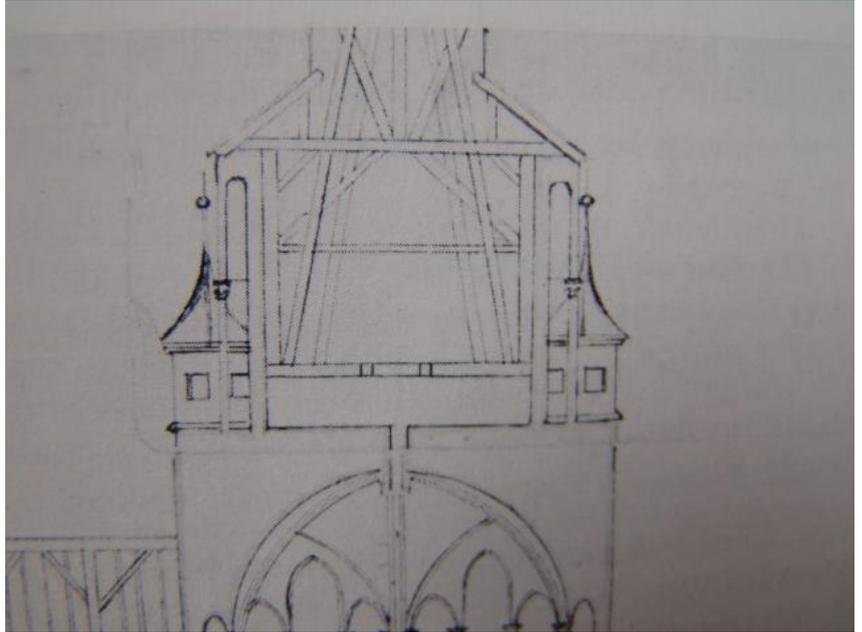
Auf diesen beiden Detailschnitten ist die Einspannung deutlich sichtbar. Links die blauen Streben 24x18 cm Querschnitt bilden mit der Lage 1 und 2 eine Einspannung im Mauerwerk des Turmes. Die Einspannhöhe beträgt 2.56 Meter. Dies ist etwas mehr als 1/10 der gesamten Turmhöhe.

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchtturm, den

## Kathedrale Lausanne

Skizze Schnitt von 1820 durch den Vierungsturm



Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den

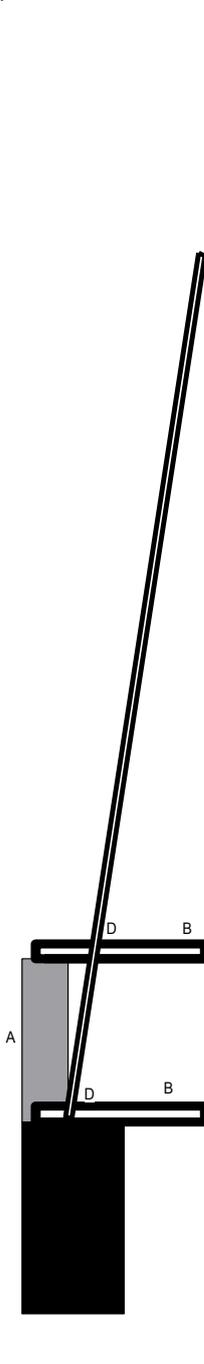
Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den

### Erkenntnisse

Auch bei der Kathedrale von Lausanne kann angenommen werden, dass die Turmkonstruktion mit einer Einspannung in den Turmmauern den Einwirkungen durch die Momentenkräfte entgegenwirkt.

Im Falle von Münchenwiler, bei der die gesamte Dachkonstruktion auf den Aussenmauern liegt und keine Befestigung zwischen Mauerkrone und Schwelle besteht, hängt die Standfestigkeit vom Turmquerschnitt und der Eigenlast der Dachkonstruktion und den Ziegeln ab.



Diese Bauart bedingt grosse und breite Konstruktionen. So wird das Dach immer sehr massig wirken, um genügend Eigenlast zu erzeugen.

Schlanke Türme mit einem hohen Dach erfordern eine feste Verankerung auf den Turmmauern. Nur stellt sich die Frage, konnte man das schon im 18. Jh. als die Türme noch kleinere Querschnitte aufweisen mussten und die Turmdächer immer höher werden sollten?

Ich behaupte ja, aber man hat es nicht gemacht. Denn eine Schraube reicht nicht. Die würde es aus dem Mauerwerk und der Mauerkrone herausreissen. Zugstangen in Eisen müssten über mehrere Geschosse in den Turmmauern eingemörtelt sein. Das wäre möglich. Aber die Konstruktion ist nicht kontrollierbar und höchstwahrscheinlich auch nicht langlebig.

Ich behaupte, man hat sich eines sehr nützlichen Tricks beholfen. Wenn die Eigenlast nicht durch die Ziegel und die Dachkonstruktion erstellt werden kann, dann macht man das mit einem Gegengewicht.

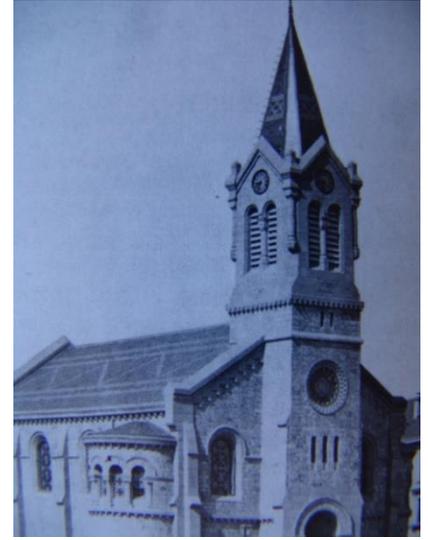
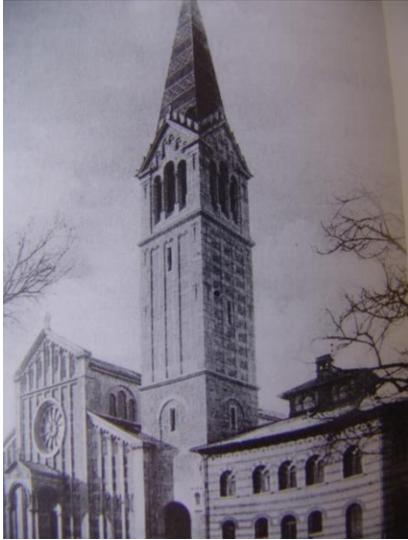
Im Beispiel nebenan: Wenn B zwei stabile Balkenlagen sind und die Sparren im Punkt D fest verbunden sind, dann kann man mit der Kranzmauer A eine derart grosse Last erstellen, dass in der Sockelzone der Dachkonstruktion das nötige Eigengewicht eingebracht wird.

Es entstehen zusätzliche Gestaltungsmöglichkeiten mit Türmchen, Figuren usw. Je grösser die Last A, desto höher der Turm und schlanker der Turmquerschnitt.

Die Eindeckung muss nicht mehr aus Ziegel oder Steinen bestehen, es kann Blech, Schindeln und dergleichen sein.

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden einsetzbar und nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den

Nun noch eine bemerkung zur Dachkonstruktion von Benken. Die Dachkonstruktion ist dermassen schlank und zeigt viele Versterbungen. In diesem Falle könnte man von einem frühen Raumfachwerk sprechen.



Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den

## Verwendete Literatur

- Kulturführer Schweiz, Zürich 1982
- La Cathédrale de Lausanne, Bern 1975
- Schloss Münchenwiler, Bern 2000
- Kanton Freiburg V, Seebezirk II, Die Kunstdenkmaler der Schweiz, Basel 2000
- Carlisle Cathedral, London 1991

Architektenlexikon der Schweiz

Das Castel Grande in Bellinzona, Olten 1976

Bürgerhaus der Schweiz V Bern I, 1931

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den

Der TURM, ein besonderes Bauwerk verschieden Einsetzbar und Nutzbar. Es gibt Kichentürme, den Wehrturm, den Fluchturm, den