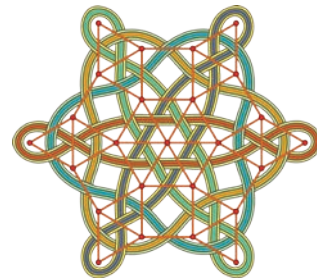
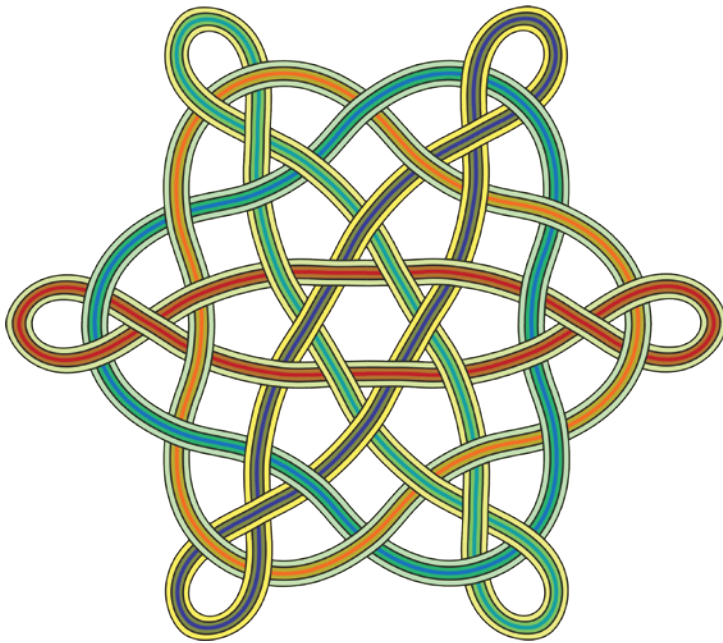
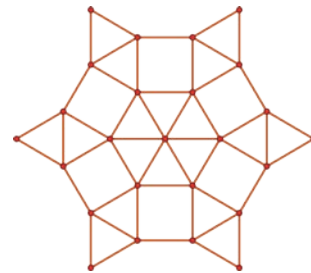


## Keltische Knoten



Knotendesign mit zugrunde liegendem Graphen



Ornamente aus verknöteten Kurven finden sich seit Jahrhunderten in Buchillustrationen, als Verzierungen von sakralen Bauten oder an Grabsteinen. Ein Meisterstück der Kalligraphie und Verwendung von dekorativen Knoten ist das Buch aus Kells, welches im Trinity College von Dublin öffentlich ausgestellt ist. Ähnlich knotige Illustrationen begegnen einem Besucher auf Schritt und Tritt in Irland, wie z. B. auf dem Wegeplan des Dubliner Schlossgartens.

Die Schönheit der Knoten ist überwältigend, die Mathematik ihrer Konstruktion ist dagegen recht einfach.

Jedes Knotendesign kann auf einen zugrunde liegenden ebenen Graphen zurückgeführt werden, dem Ausgangspunkt des Designs. Beginnend mit dem Graphen wird danach in vier Schritten der Knoten aufgebaut. Als detailliertes Beispiel wird auf der nächsten Seite der einfachste aller Knoten, die Kleeblattschlinge, aus einem Dreieck konstruiert. Komplexere Designs bestehen normalerweise nicht aus einem einzigen Knoten, sondern aus Verschlingungen von mehreren Knoten. Mathematisch interessant ist, dass die Knotenkurve jeweils aus rein lokalen Überlegungen aus dem zugrunde liegenden Graphen entsteht.

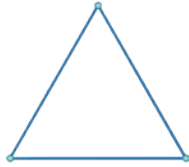
Farbige Bilder von Géraud Bousquet

C. Mercat [www.entrelacs.net](http://www.entrelacs.net) Celtic Knotwork: The Ultimate Tutorial

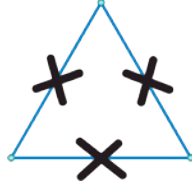
G. Bousquet <http://pagesperso-orange.fr/hypatiasoft/> Knotsbag-Software

Wikipedia [http://en.wikipedia.org/wiki/Book\\_of\\_Kells](http://en.wikipedia.org/wiki/Book_of_Kells) Book of Kells

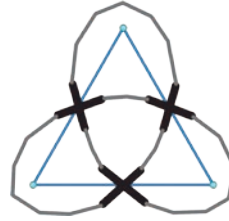
### Beispiel: Konstruktion der Kleeblattschlinge



(1) ein beliebiger Graph



(2) ein Kreuz an jede Kante



(3) Verbinden der benachbarten Kreuzachsen



(4) längs der Kurve die Über- und Unterquerungen verteilen

Die Konstruktion von keltischen Knoten ist auf der Webseite von *Christian Mercat* besonders verständlich beschrieben worden. Man beginnt mit einem ebenen Graphen (1) und platziert in der Mitte einiger Kanten ein Kreuz (2). Das Kreuz soll die Kante im  $45^\circ$ -Winkel schneiden. Kanten ohne Kreuz werden einfach ausradiert oder von Anfang an weggelassen. Im nächsten Schritt (3) werden jeweils zwei benachbarte Kreuze durch eine Linie verbunden, wobei die Linie die zueinander zeigenden Achsen der beiden Kreuze verbindet. Natürlich sind zwei Kreuze benachbart, wenn ihre beiden Kanten sich treffen und keine andere Kante zwischen ihnen liegt.

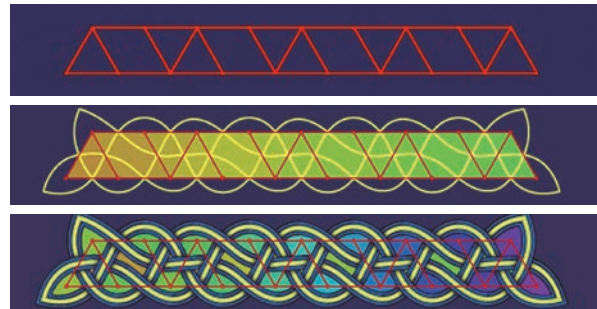
gen Dreiecks: Hier hilft die Vorstellung, dass man sich auf der Seite der ausgehenden Achse eines Kreuzes längs der zugehörigen Graphenkante zum spitzen Grapheneckpunkt und dann zur nächsten Graphenkante mit der eingehenden Achse des benachbarten Kreuzes weiterhangelt.

Nachdem nun die Kreuze zu einer Kurve verbunden wurden, laufen wir einmal längs der Kurve und verteilen abwechselnd Über- und Unterquerungen. Fertig ist der Knoten. Falls mehrere Knoten entstanden sind, muss durch Ablaufen jeder Knotenkurve die Ausrichtung der Brücken durchgeführt werden.

Wenn man die Kreuze sauber mit  $45^\circ$ -Winkeln gezeichnet hat, dann geht die Verbindung der Kreuzung normalerweise recht zügig voran. Etwas ungewöhnlich ist vielleicht die Verknüpfung von zwei Kreuzen außen um eine spitze Ecke des Graphen, wie um die Ecken des obi-



Wegeplan des Gartens von Dublin



Konstruktion eines Frieses aus dem roten Graphen. Beachte, wie die fehlenden Kanten eine Unregelmäßigkeit erzeugen.

