









1



2



3



4



15



14

Kachel-Puzzle

Auf wie viele Arten kann man eine Fläche fliesen, ohne dass Lücken bleiben – wenn man nur eine Form von Kacheln benutzen darf?

Am einfachsten geht das mit regelmäßigen Vielecken. Regelmäßig bedeutet, dass alle Seiten gleich lang und alle Winkel gleich groß sind. Das funktioniert aber nur mit Dreiecken, Vierecken (also Quadraten) und Sechsecken (Modell Bierentisch). Bei regelmäßigen Fünfecken zum Beispiel bleiben Lücken. So weit, so übersehbar. Wenn man mit unregelmäßig geformten Vielecken kacheln will, kommen viel mehr Formen in Frage, auch Fünfecke. Mathematiker wollen nun wissen: Wie viele *verschiedene* Typen von Pentagonen passen? Unglaublich: 99 Jahre lang

haben sie daran herumgerätselt. Immer wieder dachten sie alle möglichen Variationen zu kennen – und dann fanden *Erling* Forscher, unter ihnen auch Amateure, doch noch neue Formen. Jetzt hat der französische Mathematiker Michaël Rao, rein, kein weiteres Fünfeck gefunden, mit dem sich eine Fläche lückenlos kacheln lässt. Vielmehr stieß er bei seiner Suche darauf, dass es außer den 15 bekannten Typen keine weiteren geben kann. Gerade prüfen die Fachleute seinen Beweis. Stellt der sich als korrekt heraus, ist dieses Jahrhundert-Rätsel der Geometrie gelöst.

Wie man ein Fünfeck beschreibt

Fünfecke sind bestimmt durch zwei Arten von Größen: ihre Seiten und ihre Winkel. Die verschiedenen Typen werden beschrieben durch Bedingungen, die diese Größen erfüllen müssen.

Winkel A, B, C, D, E



Seiten a, b, c, d, e

15 Fünfeckstypen und ihre Entdecker

Karl Reinhardt (1918)

Der deutsche Mathematiker fand die ersten fünf Kachel-gedozigten Pentagon-Typen



Richard B. Kershner (1968)

90 Jahre später entdeckte der Amerikaner drei weitere und glaubte, das seien nun alle möglichen



Marjorie Rice (1976/77)

Die Hausfrau las im *Scientific American* eine Kolumne über das Rätsel – und begann zu tüfteln

Richard E. James (1975)

Der Informatiker knobelte in seiner Freizeit, mit Erfolg



Rolf Stein (1985)

Die Form der Studenten erlaubt keine Variation



Casey Mann & Co. (2015)

Dieses Team fand den letzten Typ per Computer



13



12



11



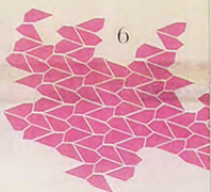
10



9



5



6



7



8

N^o
425

Die Themen der letzten Grafiken:

424 Vegetation

423 Behältertransport

422 Flugverkehr

Bemerkungen:

Die Fünfecke dürfen keine Ecken haben, die sich nicht legen lassen. Die Seiten einer Kachel sind nicht

Recht. Fünfeck bedeutet hier nicht, dass sich irgendwelche Kacheln legen lassen.

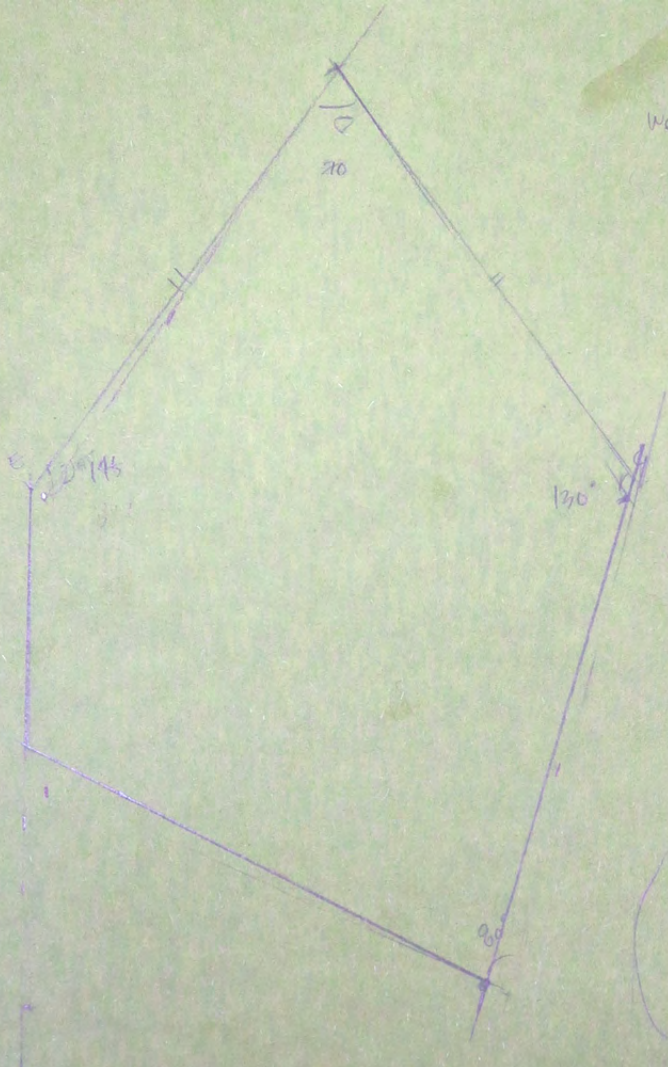
Grafik: Mathias Schöne

Fotografie: Christian Dörmann

Quelle: Michaël Rao (2017), *Classification of convex pentagons which tile the plane* (MathPreprint). Quanta Magazine, Wikipedia.







Wenn $D = 70$

$$D + 2E = 360$$

$$2E = 290$$

$$E = 145$$

$$40 + 130 + 70$$

$$2B + C + D = 360 = D + 2E$$

$$B + C = 2E$$

$$-2B + C = 290$$

Wenn $C = 130$

$$2B = 160$$

$$B = 80$$

$$B = 80^\circ$$

$$C = 130^\circ$$

$$D = 70^\circ$$

$$E = 105^\circ$$

$$D + 2E = 360^\circ$$

$$2B + C + D = 360^\circ$$



Sägen











Werkstatteigenes
säubern + trocken

Alles soll brennen

MUSIK & THEATER

neue ZEIT-
programm 20

KULTURHIGHLIGHT

REIN BECKER: DICK, JUDES – EINER UN...

GEFEHRETE ST...

AROUSKY: DA...





















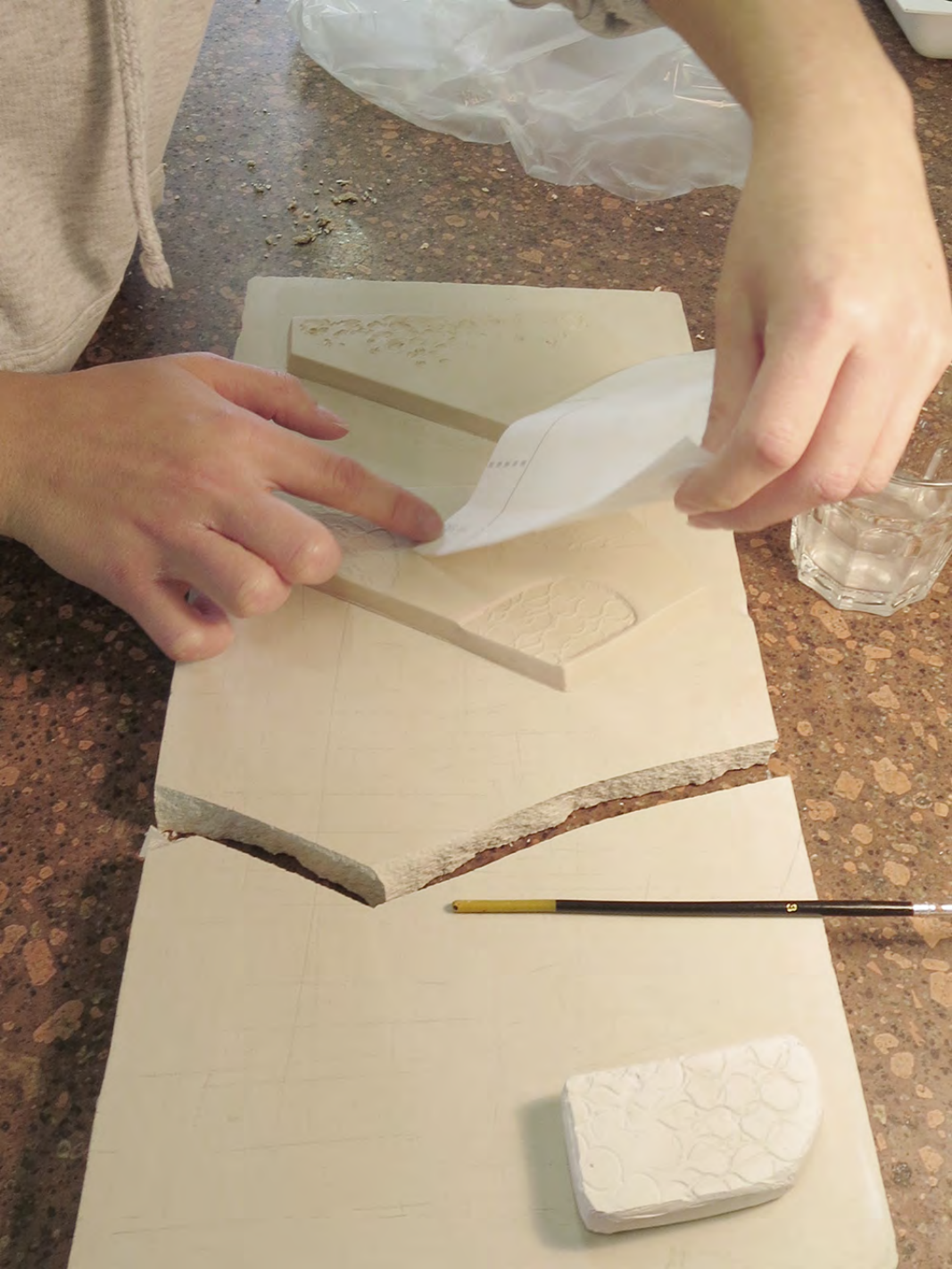














form

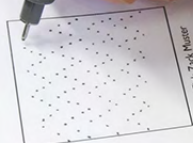
WIRTSCHAFTS
WERKSTÄTTE

SOZIOLOGIE
RACHINTOSUR

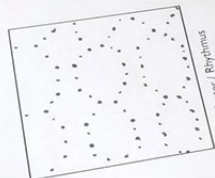
design



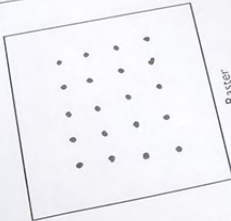
documento e patrimonio sottoposto a tutela permanente a vita
MADE IN GERMANY
100% POLYESTER
100% POLYESTER
100% POLYESTER



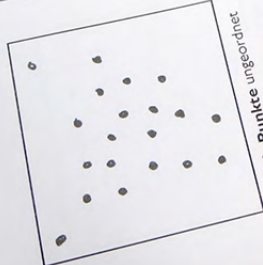
Zick Zack Muster



Muster/ Rhythmus



Raster



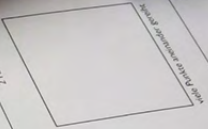
20 Punkte ungeordnet



Zirkel



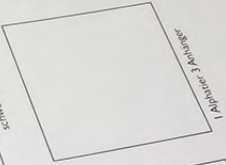
Line



Line Muster unregelmäßig



Handgezeichnete Punkte



Handgezeichnete Punkte



Handgezeichnete Punkte



Handgezeichnete Punkte



Handgezeichnete Punkte

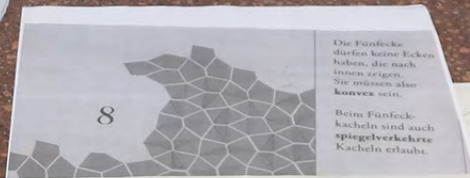


Handgezeichnete Punkte

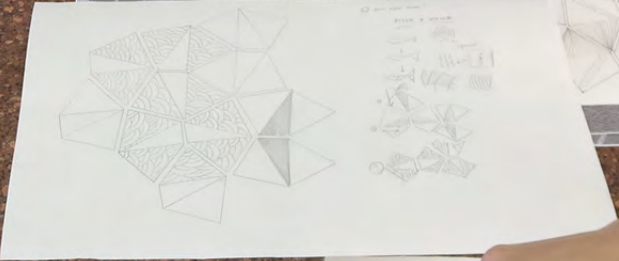








Die Fünfecke dürfen keine Ecken haben, die nach innen zeigen. Sie müssen also konvex sein.
Beim Fünfeckkacheln sind auch spiegelverkehrte Kacheln erlaubt.







1

