

wat is
symmetrie
?

Symmetrie is wanneer iets er hetzelfde uitziet nadat je het hebt bewogen, omgedraaid of gedraaid.



verschuiving-
symmetrie



rotatie-
symmetrie



spiegeling-
symmetrie

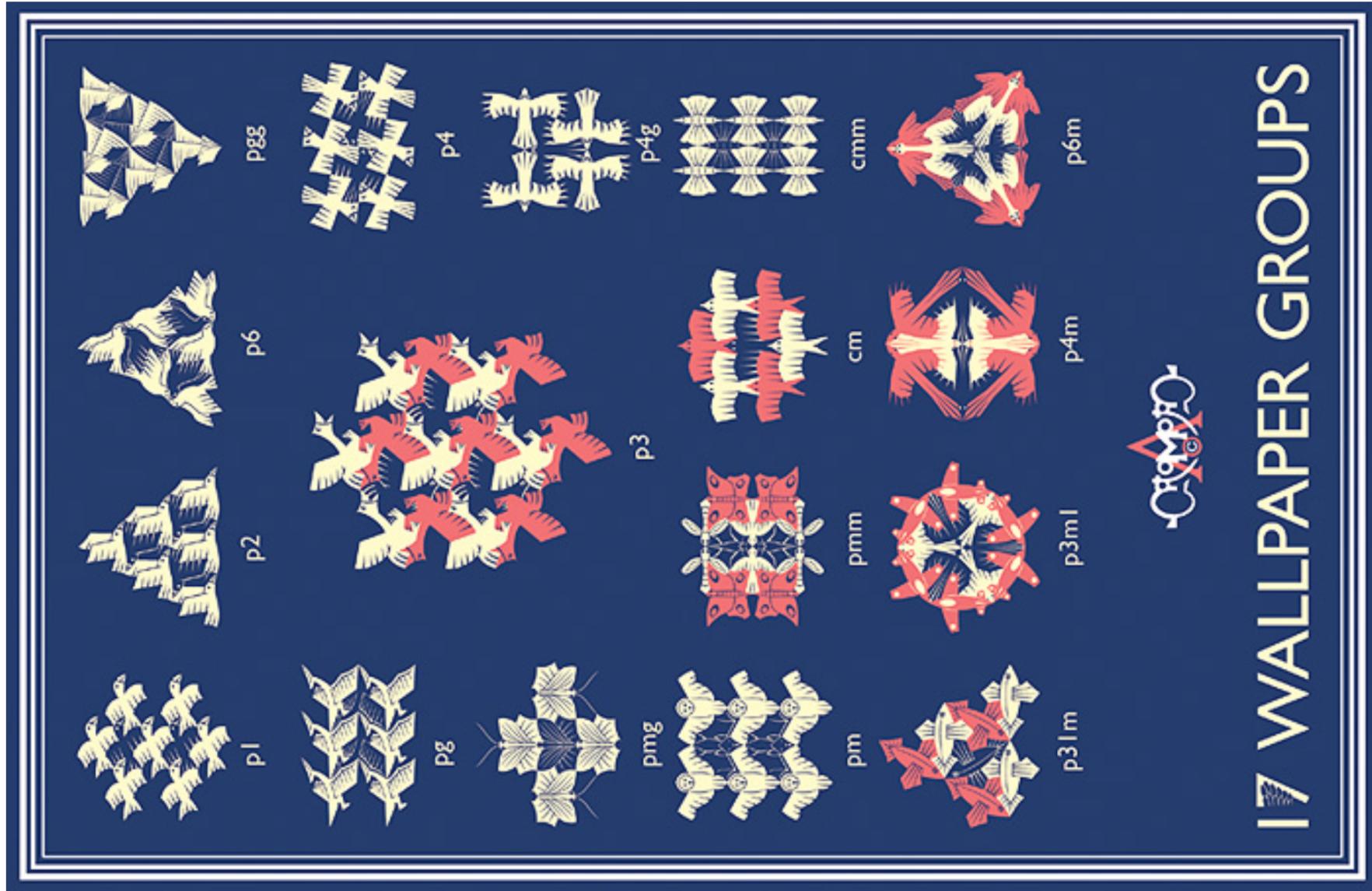
symmetrische behangpatronen

Stel je voor dat je het behang voor je kamer ontwerpt.

Het patroon moet perfect in alle richtingen herhalen: geen gaten, geen overlappingen.

Hoeveel verschillende patronen kun je maken?

Slechts 17!



Bron: wallpapersafari.com/17-wallpaper-groups

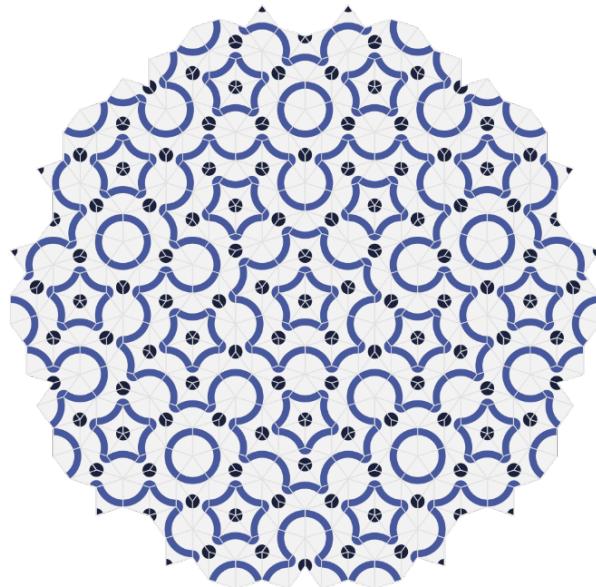
We hebben net geleerd dat er slechts 17 manieren zijn om een patroon perfect in twee dimensies te herhalen.

Deze horen bij de **behangpatroongroep** en zijn een soort geheime regels voor het maken van patronen die zich eindeloos herhalen zonder gaten.

Maar wat als ik je vertel dat er een manier is om de muur te bedekken waarbij het patroon zich nooit herhaalt?

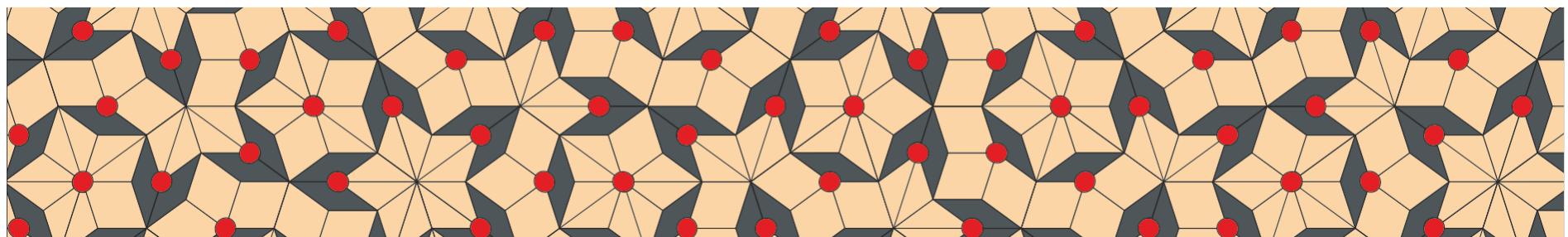
Hoe ver je ook gaat, het ziet er altijd nieuw uit!

Deze worden **niet-periodieke betegelingen** genoemd.
Ze zijn als de rebellen van de symmetrische wereld!



In plaats van steeds hetzelfde te herhalen, gebruiken ze speciale vormen die zo in elkaar passen dat ze nooit precies hetzelfde plaatje twee keer maken.

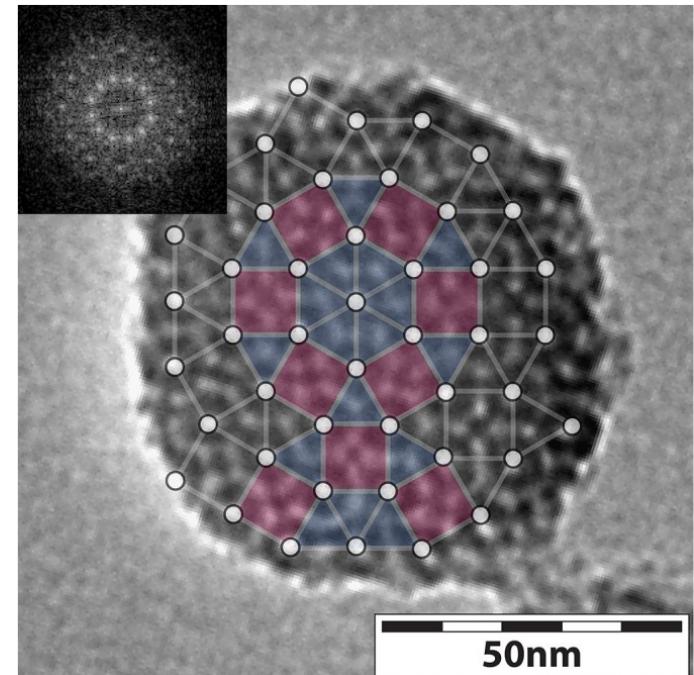
Net als een puzzel die nooit eindigt!



Figuren van en.wikipedia.org/wiki/Aperiodic_tiling and aperiodical.com/2023/03/an-aperiodic-monotile-exists

Sommige kristallen en zelfs de rangschikking van atomen in bepaalde materialen gebruiken niet-periodieke patronen. Het is niet alleen coole wiskunde, het is ook wetenschap!

Figuur van news.cornell.edu/stories/2017/08/wiesner-team-images-tiny-quasicrystals-they-form



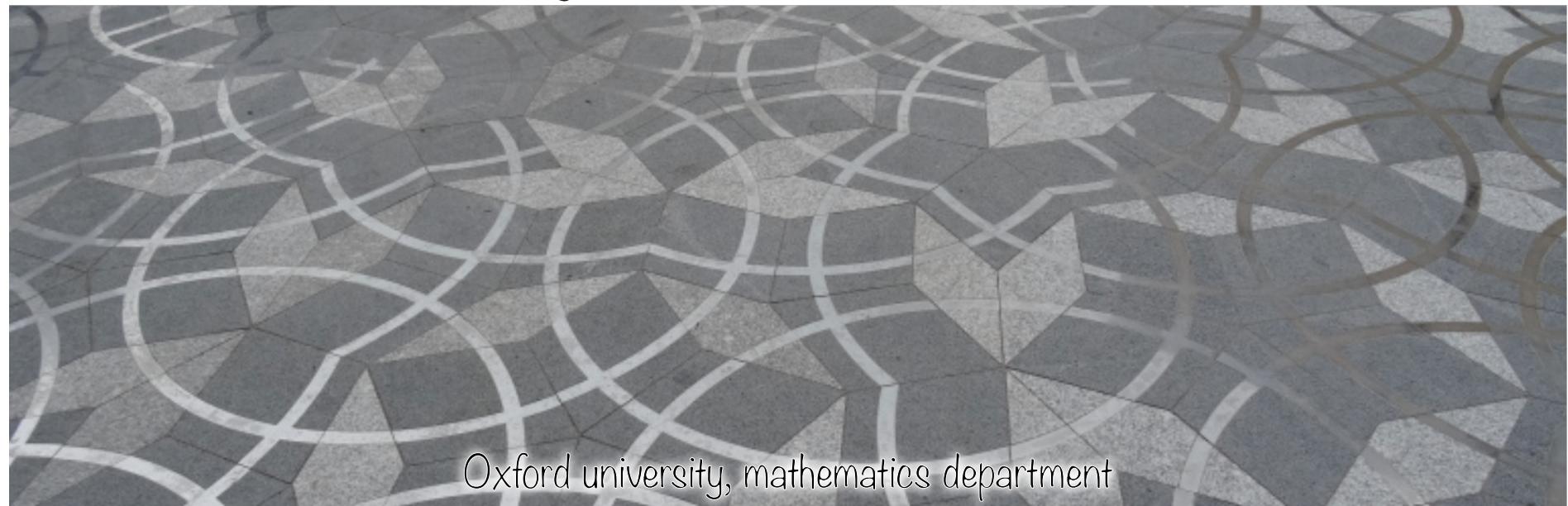
En dat is nog niet alles. Kunstenaars en architecten gebruiken niet-periodieke betegelingen om dingen te ontwerpen die er interessant en verrassend uitzien.

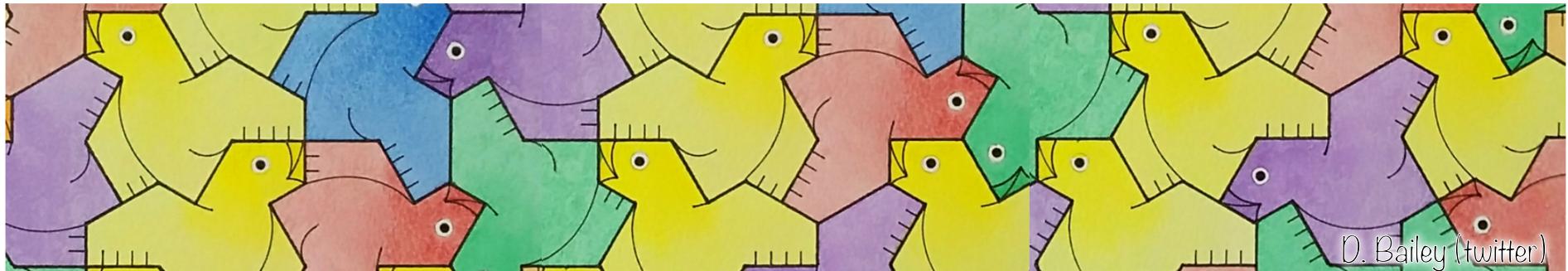
P. Bourke.- The Federation Square buildings in Melbourne, Australia
Foto van mathworld.wolfram.com/AperiodicTiling.html

Het beroemdste patroon werd in 1974 ontdekt door de wiskundige en Nobelprijswinnaar **Roger Penrose**.

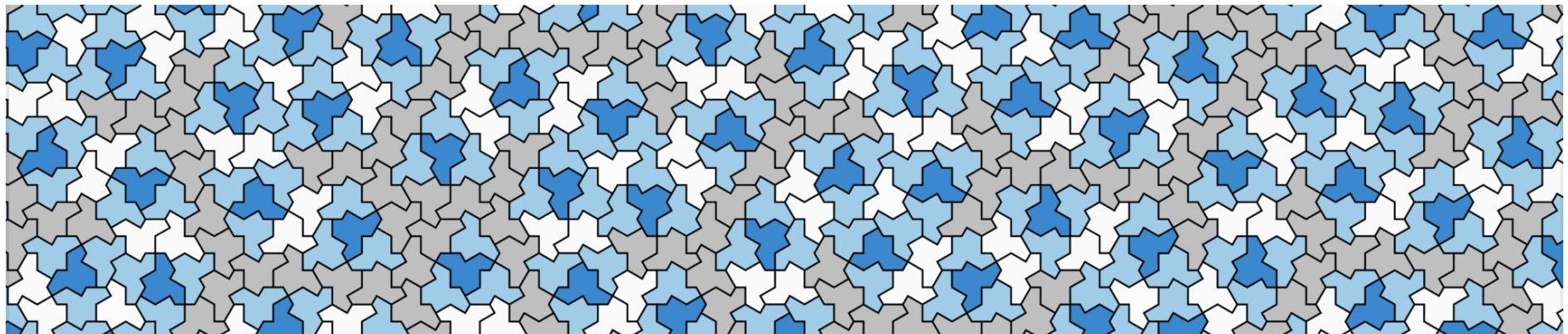
Hij vond een paar vormen, een **vlieger** en een **pijl**, die samen het vlak betegelen, maar nooit met symmetrie.

We zijn ze al tegengekomen in de vorige pagina's en op de kaft van dit boekje!

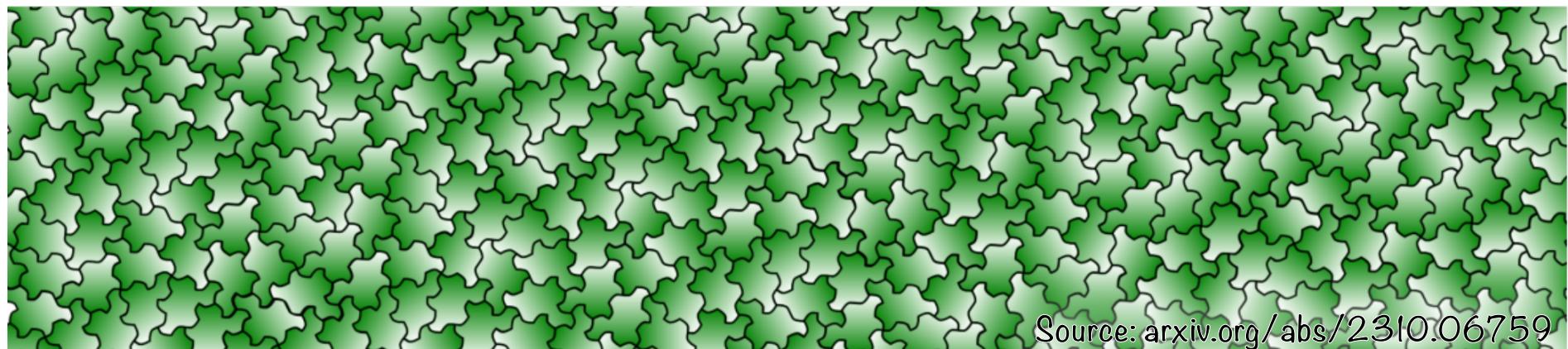




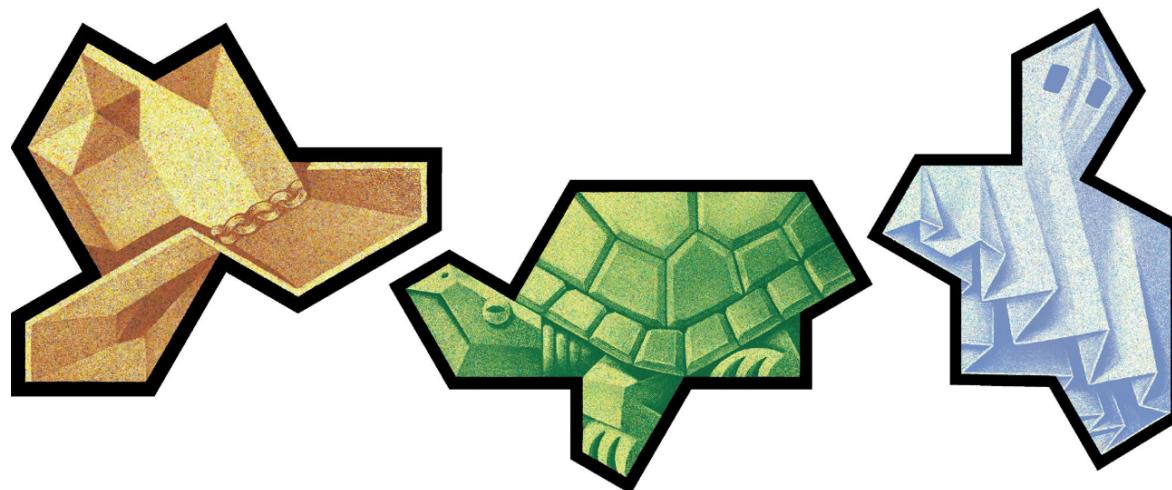
Pas in 2023 vonden D. Smith, J.S. Myers, C.S. Kaplan en C. Goodman-Strauss één enkele vorm die hetzelfde doet: de **hoed**. Helaas moet deze af en toe worden omgedraaid om het vlak te betegelen, dus het zoeken was nog niet voorbij!



Ze gaven niet op en vonden, slechts een week later, de **spectre**: deze betegelt het vlak aperiodiek, zelfs als je hem niet omdraait!



Source: arxiv.org/abs/2310.06759



Figuur door Miriam Martincic, www.scientificamerican.com/article/inside-mathematicians-search-for-the-mysterious-einstein-tile



In 2024 combineerden we 657 tegels, kunnen we ons record breken?