

Unlösbar? Die Wissenschaft hat berausgefunden, dass es tatsächlich Knoten gibt, die nicht zu entwirren sind.

## Knoten im Hirn

## **VON BJÖRN UND SÖREN CHRISTENSEN**

Feriennachmittag nutzen, um "Pferdchen" zu spielen:
Sarah will ihrer Freundin ein zusammengebundenes Seil
umlegen und hinter ihr her durch den Garten "reiten".
Die beiden Mädchen finden im Schuppen ein altes Springtau
und sogar die Enden sind schon passend – und sehr fest – zusammengeknotet. Der wilde Ritt kann aber doch noch nicht
losgehen. Das Springseil lag nämlich vorher in einer Kiste und
ist total verknotet. Wäre das Entflechten des nicht zusammengebundenen Seils schon schwierig, dann scheint es mit den
zusammengebundenen Enden fast unmöglich. So sehr die beiden
Mädchen sich auch bemühen, es will ihnen nicht gelingen. Sie
geben nach einiger Zeit auf: "Das kann man gar nicht entknoten!"

Haben sich die Mädchen nur nicht genug angestrengt oder ist ein Entknoten dieses Gewirrs vielleicht gar nicht möglich? Gibt es überhaupt Fälle, in denen ein Scheitern vorprogrammiert ist? Diese Frage beschäftigt nicht nur Sarah und Paula, sondern auch Mathematiker schon mindestens seit dem 18. Jahrhundert. Lange war die Antwort unklar. Wie soll man auch beweisen, dass ein Entknoten unmöglich ist? Auch wenn man es noch so lange versucht, könnte es doch sein, dass man nur den richtigen Kniff noch nicht gefunden hat. Aber vor 85 Jahren hatte der Mathematiker Kurt Reidemeister die richtige Idee und zeigte, dass es wirklich unentwirrbare Seile gibt. Zuerst beschrieb er dazu drei Grundbewegungen, die wir auch alle beim Entknoten nutzen: 1) Mache eine Schlaufe, 2) lege zwei Seilstücke übereinander und 3) bewege ein Seilstück über eine Überkreuzung hinweg. Dann zeigte er, dass sich jede noch so komplizierte Entknotung des Seils dadurch realisieren lässt, dass man die drei Grundbewegungen in unterschiedlicher Reihenfolge mehrmals hintereinander durchführt. Das machte das Entknoten zumindest für die Theorie etwas übersichtlicher. Dann betrachtete er Eigenschaften des Seils, die sich unter den drei Bewegungen nicht ändern, sogenannte Invarianten. Hat nun das verknotete Seil von Sarah und Paula eine andere invariante Eigenschaft als ein entknotetes, mit dem sie Pferdchen spielen möchten, dann ist klar, dass sie es nicht entknoten können. Egal, was sie nämlich tun, die invariante Eigenschaft können sie nicht ändern. Dann können sie nie beim entknoteten Seil anlangen. Da Sarah und Paula keine Ahnung von Invarianten haben, bleibt ihnen wahrscheinlich nur zu versuchen, die Seilenden doch noch zu lösen. Dann gibt es kein unlösbares Problem.