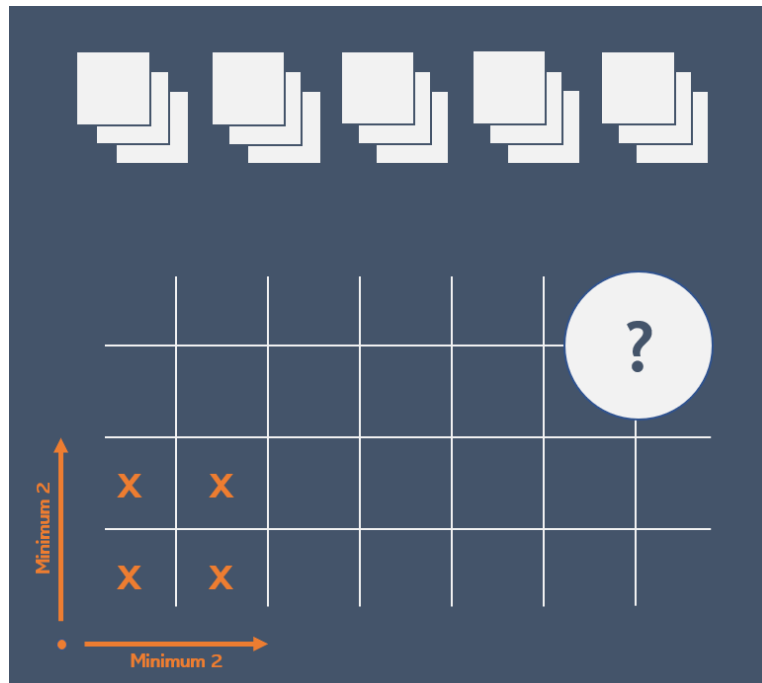


Wie alles begann ...

Und sie existiert doch:



Die fast unmögliche  
Primzahlen-  
erkennungsmaschine

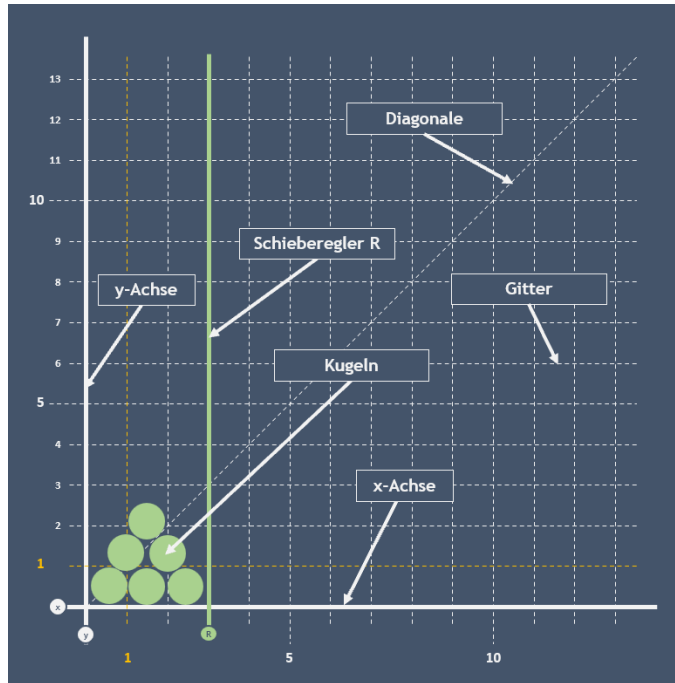
Primzahlenerkennungs-  
maschine



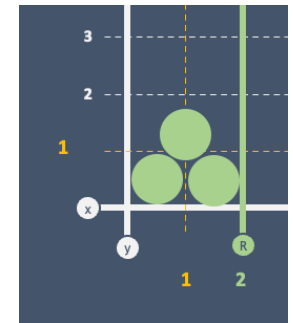
#GPN22



# Der Aufbau ...



# Gerade oder ungerade?



- Regler auf 1
- Beliebige Anzahl an Kugeln einlegen (z. B. 9)
- Regler auf 2
  - ⇒ Rest vorhanden = ungerade
  - ⇒ Kein Rest vorhanden = gerade

Oder:

- Immer 2 entfernen:
  - ⇒ 1 Kugel übrig = ungerade
  - ⇒ Keine Kugel übrig = gerade

Primzahlenerkennungs-  
maschine



Primzahlenerkennungs-  
maschine



# Multiplizieren

# Das Kommutativ- gesetz der Multiplikation

Beispiel mit  $3 \times 5 = 15$ :

Y-Achse = Wert (1. Faktor)

X-Achse = Häufigkeit (2. Faktor)

Faktoren an x- und y-Achse ablesen, Regler auf Faktor an x-Achse positionieren. Mit Kugeln auffüllen (bis man ein Rechteck hat). Das Ergebnis ermitteln durch:

1. Zählen oder (besser)
2. Regler auf 1 oder ganz rechte Position. Das Ergebnis einfach ablesen.

Primzahlenerkennungs-  
maschine



Beispiel mit  $5 \times 3 = 3 \times 5 = 15$ :

Regler auf 3. Kugeln bis zur 5 auffüllen (das entspricht  $5 \times 3$ ). Das Rechteck drehen. Dies ergibt ein  $3 \times 5$  Rechteck und man erkennt, dass die Anzahl der Kugeln sich nicht verändert hat.

Beispiel mit  $5 \times 3 + 2 = 3 \times 5 + 2 = 17$ :

Wie zuvor mit Rest 2.

Primzahlenerkennungs-  
maschine



# Division mit und ohne Rest!

Wofür braucht man Restwertberechnung?

⇒ Z. B. Umwandlung in ein anderes Zahlensystem (Horner Schema)

- Regler auf 1
- 15 Kugeln auflegen (Dividend)

Beispiel mit  $15 \div 3 = 5$ :

- Regler auf 3 und Ergebnis an der y-Achse ablesen (= 3)

Beispiel mit  $17 \div 3 = 5 + 2$ :

- Regler auf 3 und Ergebnis an der y-Achse ablesen + Rest (= 2). Im Prinzip kann man hier die Punktrechnung vor Strichrechnung Regel erkennen.

Primzahlenerkennungs-  
maschine



# Eine Zahl in ihre Teiler zerlegen!

- Regler auf 1
- 12 Kugeln auflegen :

$$\begin{array}{ccc} 12 \times 1 & 6 \times 2 & 4 \times 3 \\ 3 \times 4 & 2 \times 6 & 1 \times 12 \end{array}$$

- Triviale Teiler sind die 1 und die Zahl selber
- Regler um eine Position nach rechts
  - ⇒ Rechteck bzw. keinen Rest: Teiler gefunden. Teiler (X-Wert) notieren und Schritt wiederholen.
  - ⇒ Kein Rechteck bzw. Rest: Kein Teiler. Regler weitere Position nach rechts und Schritt wiederholen.
- Ende bei  $y = 1$  bzw.  $y = 2$ .

Primzahlenerkennungs-  
maschine



# Prim oder nicht prim?

Man muss keine Zahlen kennen und auch nicht zählen können.

- Regler auf 1
- Kugeln auflegen (erst mit 12, wiederholen mit 21 und 23)
- Schrittweise nach rechts und jeweils prüfen, ob es einen Rest gibt.
  - ⇒ Kein Rest: Keine Primzahl -> ENDE
  - ⇒ Rest vorhanden: Könnte prim sein. Weitermachen
- Wenn  $x > y$  und kein Rechteck (also ein Rest vorhanden), dann Primzahl gefunden. Auf der x-Achse notieren.

Primzahlen ermitteln und markieren.

**Primzahlenerkennungs-  
maschine**



# Zerlegung in Primfaktoren!

- Regler auf 1
- Kugeln auflegen (12)
- Regler um eine Position nach rechts (auf die erste Primzahl)
  - ⇒ Rechteck bzw. kein Rest: Primfaktor gefunden und notieren. Alle Spalten bis auf die Erste entfernen und weitermachen.
  - ⇒ Kein Rechteck bzw. Rest: Kein Teiler. Regler weiter auf nächste Primzahl.
- Schritte wiederholen bis nur noch 1 Kugel übrig ist. Dann sind alle Primfaktoren ermittelt.

Wiederholen mit 18 und 21.

**Primzahlenerkennungs-  
maschine**



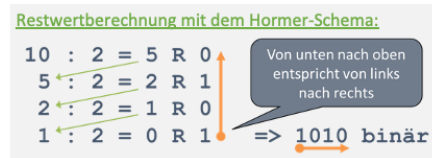
# Umrechnen in andere Zahlensysteme

- Regler auf 1
- Kugeln auflegen (21 unär)

In HEX, DEC, BIN und OCT umwandeln:

- Regler auf das gewünschte Zielsystem setzen
- Reste entfernen und auf die erste (rechte Position) legen. Wenn kein Rest, dann die Position mit 0 markieren.
- Alle Spalten bis auf die Erste entfernen.
- Schritte wiederholen bis keine Kugeln mehr übrig sind.

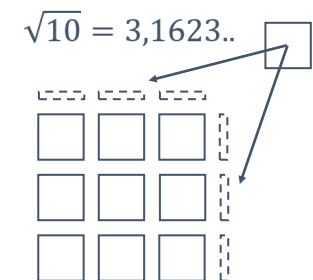
HEX: 15 - BIN: 0001 0101 - OCT: 25



Primzahlenerkennungs-  
maschine

# Quadratwurzeln berechnen bzw. abschätzen

- Regler auf 1
- Kugeln auflegen (17: sqrt(17) = 4,1231..)
- Regler so weit nach rechts, bis annähernd ein Quadrat zu erkennen ist (höher als breiter)
  - ⇒ Auf der x-Achse die Vorkommastelle ablesen.
  - ⇒ Die Anzahl der verbleibenden Kugeln (des Restes) durch den Wert der x-Achse teilen und das Ergebnis halbieren:  $(R : x) : 2$



Die Wurzel ist immer echt kleiner als das hier ermittelte Ergebnis (denn das fehlende kleine Quadrat muss aus den  $2 * x$  Teilen erstellt werden).



Primzahlenerkennungs-  
maschine

# Rechnung auff der linihen

... nach Adam Ries

- Aufbau des Brettes (Bancire, Linien und Spacio)
- Auslegen einer Zahl (Numeratio)
- Bündeln und erhöhen (Elevatio und Resolvatio)

Addition:  $194 + 76 = 270$

Subtraktion:  $187 - 43 = 144$

Multiplikation:  $21 \times 122 = 2.562$

Division:  $9 \div 3 = 3$  und  $276 \div 23 = 12$

Primzahlenerkennungs-  
maschine



Danke fürs rein-  
schauen und  
noch viel Spaß  
auf der #GPN22

@tomo@chaos.social

Primzahlenerkennungs-  
maschine

