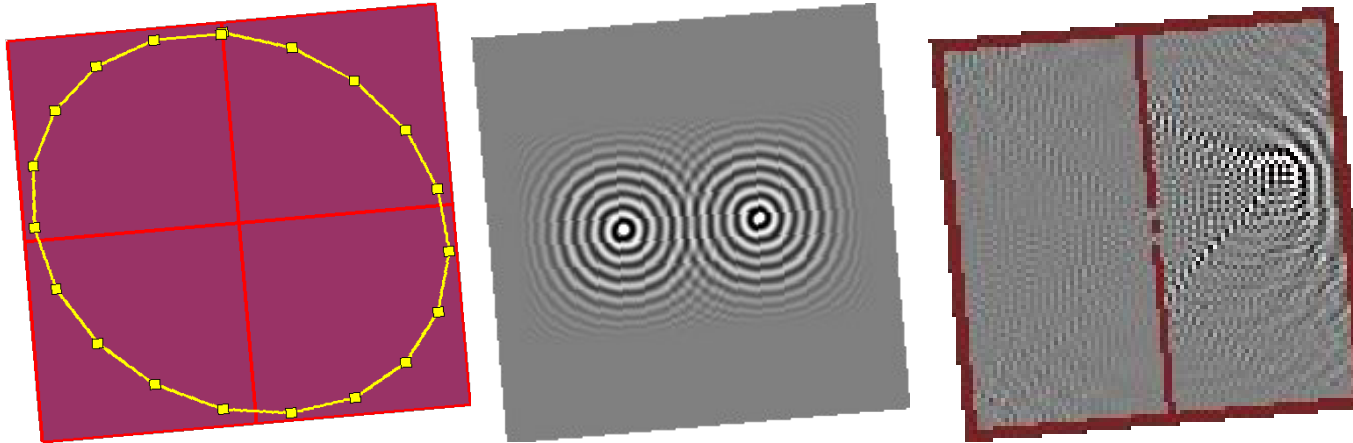


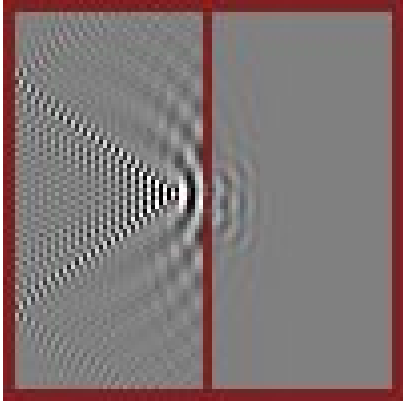
Motivation



Einige Leute sagen, dass der Raum eine Art rechnender Computer sei...

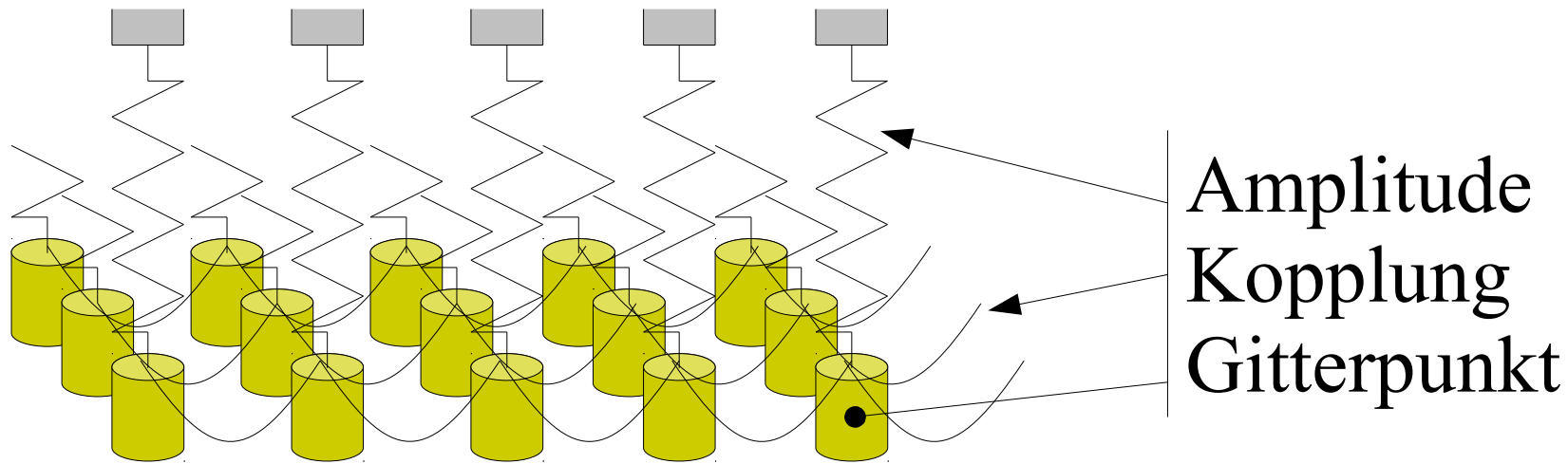
- Konrad ZUSE in seinem Buch: „Rechnender Raum“ von 1969.
- Douglas ADAMS in dem utopischen Roman: „Per Anhalter durch die Galaxis“.
- Der Mathematiker Hermann MINKOWSKI mit der Gitterpunktlehre.
- Zellautomaten im Spiel „Game of Life“ von CONWAY.

Zusammenfassung



- Raum gewöhnlich Top-Down beschrieben.
- Hier lediglich nicht ganz korrekte Bottom-Up-Simulation.
- Doppelspaltversuch an der Pixelgrenze.
- Jegliche Information lokal in Gitterpunkten gespeichert.
- Gravitationswelle, die das Teilchen anzieht.
- Teilchen als Gitterpunktattribut, das Wellen macht.

Grundkonzept

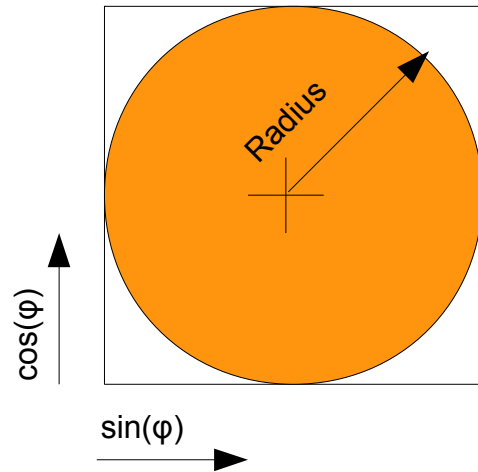


Raum ist Array der Gitterpunkte, in dem sich einzelne Schwingungen kreisförmig ausbreiten. Durch das HUYGENSsche Prinzip wird jeder Gitterpunkt zur Wellenquelle. Die Eigenfrequenz der Gitterpunkte wird bei der Ausbreitung der Wellen vernachlässigt. In jeder der Raum-Achsen gibt es die Richtungen ANA (+) und KATA (-). In jeder Richtung hat ein Gitterpunkt einen direkten Nachbarn. Es gibt Vorzugsrichtungen.

Einschränkungen

- Enthält nicht belegte Annahmen.
- Bild-Modell mit Einschränkungen, ein bisschen auch Demo.
- Auf 2 Raum-Dimensionen statt 3 verkleinert.
- Zusammenhang zwischen Gravitation und Masse willkürlich.
- Ablenkung durch Gravitation nicht exakt.
- Kein Elektromagnetismus erfasst.
- Kollision der Teilchen nicht geprüft.

Winkelfunktionen

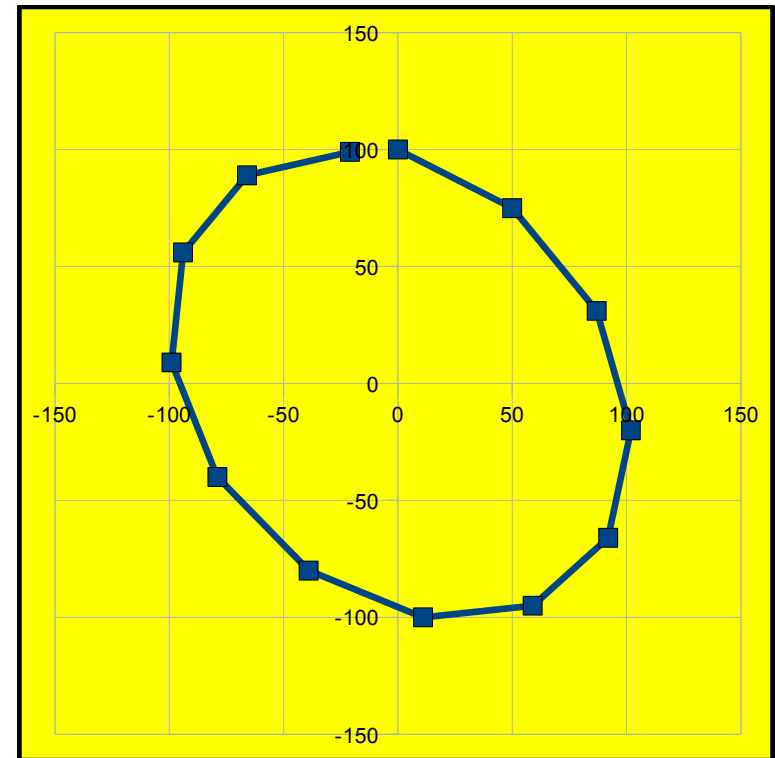


Beschreibung durch die Winkelfunktionen $\{\sin(), \cos()\}$ als gegenseitige Ableitungen. Umfang bei linearem Winkelzuwachs unterteilt in gleich lange Bogenstücken.

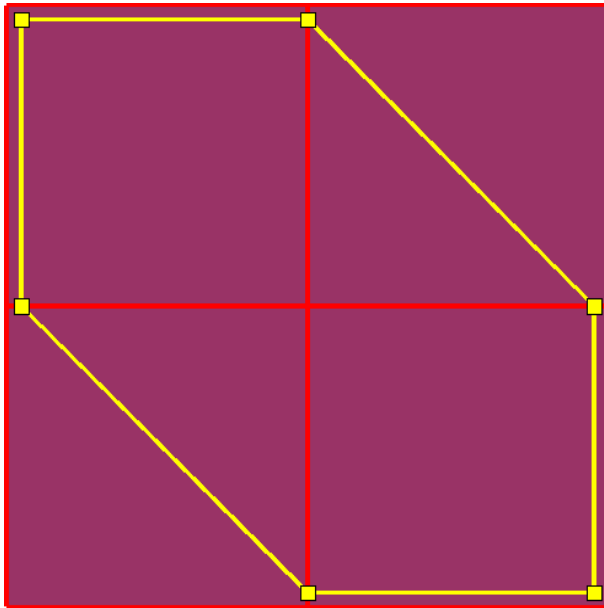
- PYTHAGORAS und BRESENHAM: Nur Argument mit linearer Teilung.
- Quadratur des Kreises: Kein Funktionsargument.
- Flutung: Ebenfalls kein Funktionsargument.
- TAYLOR- Reihe: Näherungsverfahren für die Winkelfunktionen.

Numerischer Integrationsprozess

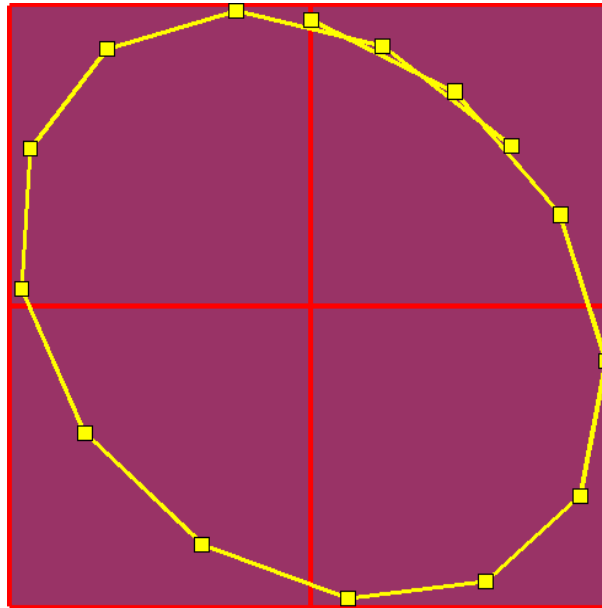
# wenn $q = 2$	$x[i + 1] = x[i] + y[i] / q$	$y[i + 1] = y[i] - x[i + 1] / q$
1	+000	+100
2	+050	+075
3	+087	+031
4	+102	-020
5	+092	-066
6	+059	-095
7	+011	-100
8	-039	-080
9	-079	-040
10	-099	+009
11	-094	+056
12	-066	+089
13	-021	+099



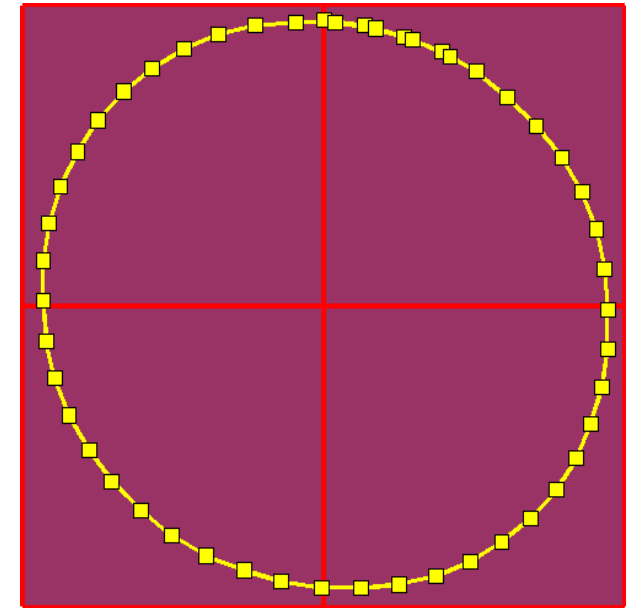
Verschiedene Auflösungen



$q = 1$

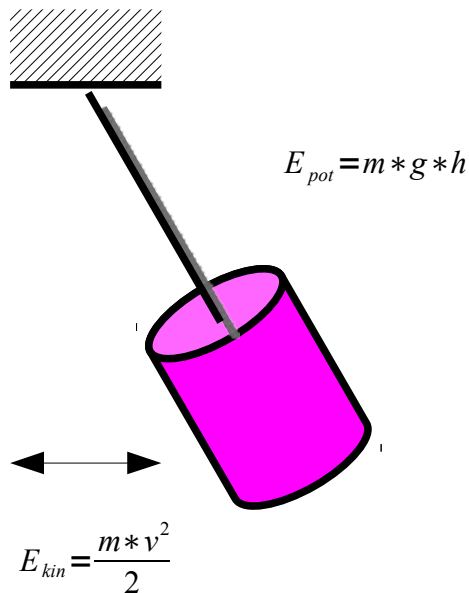


$q = 2$



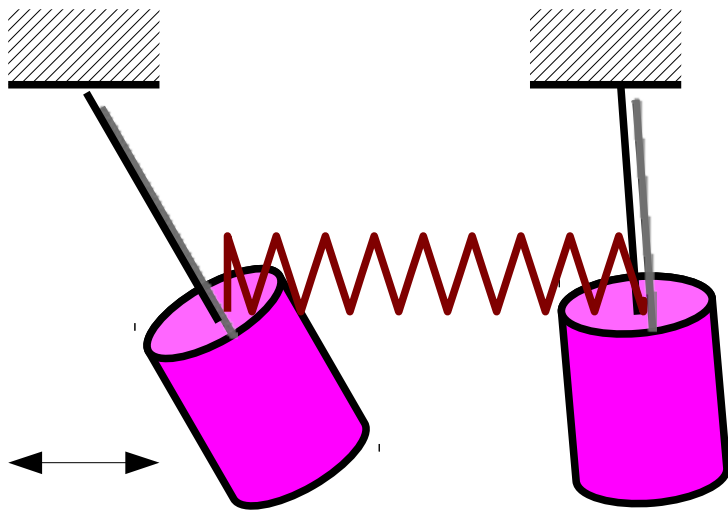
$q = 7$

Umwandlung der Energieformen



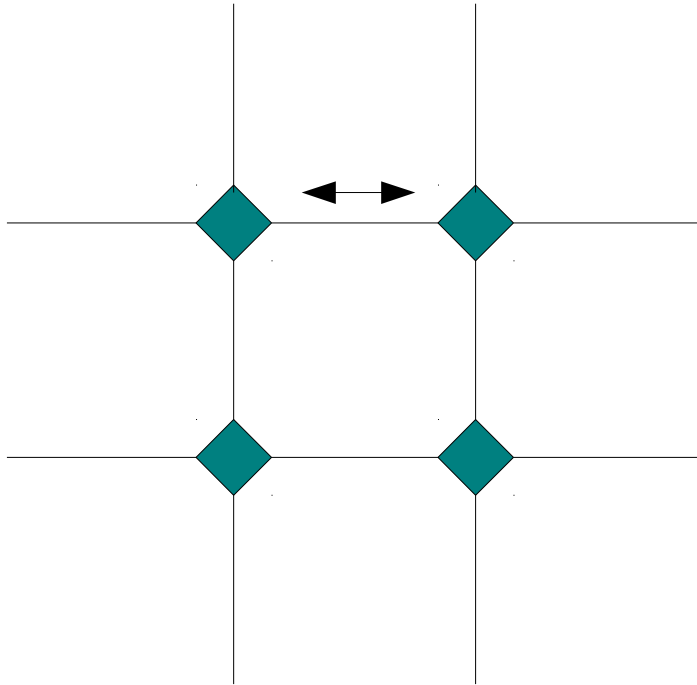
- Jede Amplitude nimmt soviel zu/ ab, wie viel die andere augenblicklich groß ist.
- Energie entspricht dem Radius des Kreises und bleibt gleich.
- Ausgetauschte Energie ist ein Rechteck aus den beiden Amplituden.

Gekoppelte Pendel



- GERTHSEN: „Physik“ 2006 => Kraft zwischen Pendeln ist gleich der Differenz der Amplituden.
- Kraft entspricht dem Austausch von Energie zwischen den beiden Koordinaten.
- Ist jeweils von einer Koordinate auf die andere anzuwenden.
- <http://www.youtube.com/watch?v=CdPRmVz9StY>

Gekoppelte Pendel ii



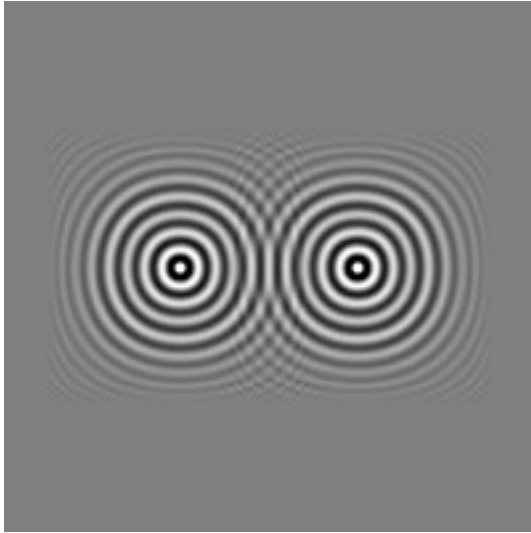
Für alle Punkte-Paare:

```
=> s1[self] += s2[other] - s2[self]
```

```
=> s2[self] -= s1[other] - s1[self]
```

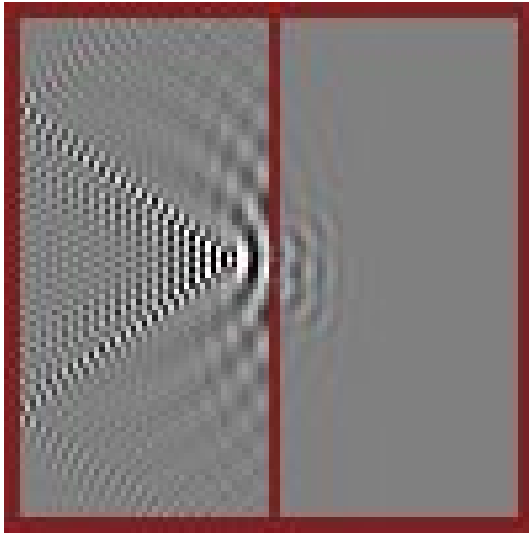
*) Punkt nicht mit sich selbst.

Kreisförmige Ausbreitung



- Anregung breitet sich kreisförmig aus.
- Teilweise wirkt orthogonale Vorzugsrichtung.
- Reflektion am Rand des Raumes (schwer zu dämpfen).
- Radius nimmt mit dem Kehrwert der Entfernung ab.
- <http://www.youtube.com/watch?v=C8axAZPkUfA>

Bugwelle

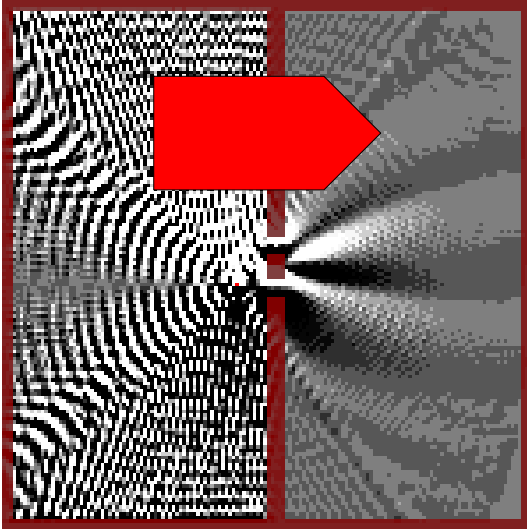


- Contract: Masse regt Gitter an und wandert auf Anregung zu.
- Welle wandert mit der Masse und erzeugt eine Bugwelle.
- Interferenz der Bugwelle.
- Wandern zur Anregung nur in Zeilenrichtung ohne exakte Berechnung implementiert.

Wandernder Massepunkt

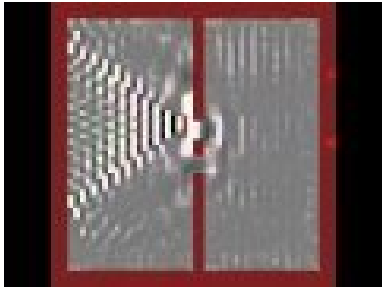
- Massepunkt M (Masse, Position, Geschwindigkeit, Bruchteil-Position).
- Alle Werte im lokalen Gitterpunkt je für x und y gespeichert.
- Bei Wandern alle Werte von M auf nächsten Gitterpunkt übertragen.
- Schräge Bewegung durch Bruchteil-Position erreicht.
- Schwierigkeit liegt in hinreichenden Tuning-Parametern.
- Punkt trägt Energie mit sich.
- <http://www.youtube.com/watch?v=Rp2qDE-17fY>

Doppelspaltversuch



- Gravitationswellen erzeugen am Spalt Interferenzen.
- Teilchen wandert zum Energie-Berg (Quadratsumme der Komponenten s_1 und s_2).
- Gezeigter y -Amplituden-Gradient hat Stellen, die das Teilchen meidet.

Bildmaterial



- Amplitudensicht:
- http://www.youtube.com/watch?v=sUCBbT4C_s8



- Energiesicht:
- http://www.youtube.com/watch?v=sCPVm_eC9kw



- Gradient-Sicht
- <http://www.youtube.com/watch?v=PYJq4OnLxy0>

Diskussion

Der ZUSE-Raum erklärt den Raum mit einer Untergrenze für kleinste Teilchen (den Gitterpunkten). Passend dazu hat man kleinste Mengen für Energie und Länge schon tatsächlich im Raum gefunden. Die Simulation zeigt, wie Lichtgeschwindigkeit, Kreise und Wellen in einem Gitter-Raum entstehen könnten. Die Doppelspalt-Simulation versucht zu erklären, wie Wellen und Teilchen zusammenwirken. Sie zeigt die bekannten Effekte – aber um den Preis willkürlicher Annahmen. Weitere Nachteile sind die orthogonale Vorzugsrichtung und die absolute Lichtgeschwindigkeit.