# Wilde Raumzeit

**Betti Österholz**

**Betti_Oesterholz@gmx.de**

**4. November 2005**

**Zusammenfassung**

Es wird eine Theorie für ein Universum aufgestellt. Diese baut auf einem einfachen Konstrukt von Distanzen auf und es bildet komplexe Universen aus. Kernstück der Theorie sind zwei Arten von Distanzen die sich gegenseitig aufheben und die an Punkten (den Enden von Distanzen) jeweils paarweise (eine Distanz von jeder Art) entstehen können.

Für die Theorie wurde ein Simulator geschrieben mit dem Testreihen von Folgen aus Raumuniversen generiert werden können. Untersuchungen von Testreihen zeigen, dass diese Raumuniversen exponentiell wachsen und sie lokale Unterschiede aufweisen.

# 1 Intention

Die folgende Theorie ist aus der Überlegung über die Art unseres Universumen entstanden. In wie weit sie diesem nahe kommt, kann ich jedoch noch nicht sagen.

Dabei wurde versucht eine in ihren Grundannahmen möglichst einfache Theorie zu schaffen. Denn akkuratere physikalische Theorien gehen meist auch mit einfacheren Grundannahmen einher. Die Theorie sollte möglichst nicht an andere Konzepte gebunden sein, wie den euklidischen Raum. Sie sollte auch theoretischen und logischen Überlegungen standhalten.

Als grundlegende physikalisch Eigenschaften wurde versucht folgende zu realisieren:

**Kleinste Einheiten:** Es sollte kleinste, diskrete Einheiten geben. Denn erstens zeigen moderne physikalische Experimente das irgendwann eine kleinste Grenze erreicht wird. Zweitens ist es nicht möglich unendlich kleine Einheiten zu beobachten, sondern nur endliche. Hierhinter steckt der Konstruktivismus. Drittens hätte ein Raum mit unendlich kleinen kleinsten Einheiten, auf jedem endlichen Bereich wohl unendlich Komplexität. Es würden dann wohl in der Theorie viel Unendlichkeiten auftauchen, mit denen dann nicht vernünftig umgegangen werden kann.

**Masse- und Energieerhaltung:** Es sollte vermieden werden, dass etwas (z.B. Energie) aus nichts entsteht.

**Neues entstehen:** Da die Frage nach dem Anfang des ganzen gestellt werden können muss, muss es möglich sein, dass in gewisser weise doch etwas neues entsteht.

**Nachbarschaftsbeziehungen:** Es sollte eine Nachbarschaftsbeziehung geben, die Bewegungen erlaubt. Beziehungsweise der Raum sollte zumindest teilweise zusammenhängend sein, so dass sich etwas in ihm ausbreiten und bewegen kann.

**Dimensionen/Richtungen:** Es sollte etwas möglich und wahrscheinlich sein was unseren drei Raum- oder Ausbreitungsrichtungen nahe kommt.

**Zeit:** Es sollte eine von den Raumdimensionen sich unterscheidende Zeitdefinition geben.

**Wahrscheinlichkeiten:** Was Wahrscheinlichkeiten, z.B. von Ereignissen, sind sollten durch die Definition des Universumen erklärt werden.

**Komplexität:** Das Universum sollte komplexe Strukturen und Zusammenhänge ausbilden können.

## 2 Lösung

Die Theorie basiert darauf, das es im Endeffekt nur Distanzen (im Graphen Kanten) gibt. Punkte sind nur als Endpunkte von Distanzen zu sehen und damit nur ein Hilfskonstrukt für Erklärungen. Es kann nicht wirklich eine neue Distanz entstehen, sondern es können sich nur Nulldistanzen aufspalten zu einer positiv $(+)$ Distanz und einer negativ $(-)$ Distanz, die zusammen eine Nulldistanz (also keine Distanz) ergeben. Zwei Punkte können nicht mit einer positiven und einer negativen Distanz verbunden sein (sie heben sich zu einer Nulldistanz auf). Es gibt nur diese zwei Distanzen $(+;-)$, um die Theorie möglichst einfach zu halten, die Nulldistanz ist eigentlich „nichts".

Nachbarpunkte sind Punkte die durch Distanzen verbunden sind. In gewisser weise ist jeder Punkt sein eigener Nachbar, da er mit sich selbst durch eine Nulldistanz verbunden ist. Punkte sind die Orte an denen sich Nulldistanzen aufspalten. Wenn das passiert, sind es Entstehungspunkte. Wobei beim aufspalten einer Nulldistanzen, die entstehenden Distanzen entweder zu Nachbarpunkten oder zu einem neuen Punkt gehen. Der neue Punkt ist im Endeffekt der Entstehungspunkt selbst, der ja Nachbar zu sich selbst ist. Dies ist der einzige Grund für die Nachbarschaftsbeziehung in der Theorie. Ein Raumuniversum ist eine Menge von Distanzen. Solch ein Raumuniversum kann man sich als Graphen mit zwei Arten von Kanten (für die positiven und negativen Distanzen) vorstellen.

Da Anfangsraumuniversum des Universums ist ein leeres Raumuniversum indem sich eine Nulldistanz aufspaltet. Dies ist möglich, da die Nulldistanz ja nichts ist. Es ist auch die Vorstellung möglich, dass sich in einem Raumuniversum ständig auch an keinen Punkten Nulldistanzen aufspalten. Allerdings können nicht zusammenhängende Teile eines Raumuniversums nie (wieder) zusammenhängen, deshalb ist die Vorstellung, dass sich Distanzen nur an Punkten aufspalten, sinnvoll, da sie nur so Einfluss auf bestehende Teile des Raumuniversums haben können.

Im allgemeinen können verschiedene zusammenhängende Teile eines Raumuniversums separat betrachtet werden, da sie zukünftig keinen Einfluss aufeinander nehmen können.

Bevorzugt wir die viele Welten Sicht. An einem Entstehungspunkt entstehen also alle möglichen neuen Distanzverknüpfungen und es entstehen jeweils neue Raumuniversen. Raumuniversen die sich bis auf eine augespaltende Nulldistanz unterscheiden sind zeitlich durch die kleinste Zeiteinheit benachbart. Wahrscheinlichkeiten entstehen durch Auszählen. Wenn sich eine Nulldistanz aufspaltet sind alle Möglichkeiten, wie die entstehenden Distanzen mit Nachbarpunkten (inklusive Entstehungspunkt) verbunden werden, somit gleichwahrscheinlich. Die Wahrscheinlichkeit, dass etwas eintritt, kann dadurch berechnet werden, dass die Anzahl der Raumuniversen, in denen es eintritt, durch die Anzahl der Raumuniversen, in denen es nicht eintritt, geteilt wird. Bei der Wahrscheinlichkeit, dass etwas innerhalb einer Zeitspanne eintritt, werden nur Raumuniversen die zeitlich nahe genug zum Ausgangs-/Anfangsuniversum benachbart sind gezählt. Der Wahrscheinlichkeitsraum, ist der Raum in dem enthaltende Raumuniversen, je nach ihrer Anzahl, eine bestimmte Wahrscheinlichkeit erhalten. Wenn von einem bestimmten Raumuniversum $R$ ausgegangen wird, ist der Wahrscheinlichkeitsraum nach einer Zeitspanne $t$ die Menge Raumuniversen, die nach dieser Zeitspanne entstehen, mit jeweils der Wahrscheinlichkeit, die gleich der Anzahl, in der sie nach $t$ Zeitschritten aus $R$ entstehen, durch die Gesamtzahl der entstandenen Raumuniversen ist.

Wenn sich zwei Nulldistanzen an einem Punkt aufspalten geschieht dies nacheinander, es sind zwei getrennte Prozesse.

Eine Distanz kann niemals den gleichen Punkt als seine Endpunkte haben. Sollte dieser Fall anscheinend auftreten teilt sich der Endpunkt und eine neuer Punkt entsteht.

Alles was im Universum existiert, existiert nur als Struktur von Distanzen und deren Veränderung, bzw. es gibt nichts außer Folgen von Distanzen im Universum.

Namenskonventionen:

**Distanz:** ein Abstand zwischen zwei Punkten

**Punkttick:** ein Punkt spaltet eine Nulldistanz auf

**Entstehungspunkte:** Punkt an dem sich eine Nulldistanz aufspalten

**Transition:** ein Übergang nach dem Übergangsdiagramm

**Raumuniversum:** Universum zu einen Zeitpunkt, beziehungsweise eine Menge von Distanzen

**Raumuniversenfolge:** eine Folge von Raumuniversen, welche jeweils aus ihren Vorgängern entstehen

## 2.1 Übergangsdiagramm (für 3 Punkte)

$p_i$ = Punkt mit $i \in \{1; 2; 3\}$
$+$ = mindestens eine positive Distanz
$-$ = mindestens eine negative Distanz
$++$ = eine zusätzliche positive Distanz
$--$ = eine zusätzliche negative Distanz

= keine Distanz bzw. eine Nulldistanz oder eine Distanz der vorher vorhandenen weiniger

$davor \Longrightarrow danach$

$p_2$ ist der Punkt an dem die Nulldistanz entsteht , $p_1$ ist der Punkt zu dem die positive Teildistanz bzw. Distanz geht und $p_3$ ist der Punkt zu dem die negative Teildistanz bzw. Distanz geht. Distanzen, die bei den Transitionen nicht berücksichtigt werden, sind in den folgenden Darstellungen nicht aufgeführt, z.B. wenn es vorher drei positive Distanzen zwischen zwei Punkten gab, ist nur eine dargestellt. Je nach der Verbindung bzw. den Distanzen die vorher zu diesen Punkten gehen, gibt es die 9 nachfolgenden Transitionen (benannt mit $t_i$; $1 \leq i \leq 9$).

$$
\begin{array}{lllllllllll}
t_1) & p_1 & + & p_2 & + & p_3 & \Longrightarrow & p_3 & + & p_1 & + & p_2 \\
t_2) & p_1 & + & p_2 & - & p_3 & \Longrightarrow & p_1 & ++ & p_2 & -- & p_3 \\
t_3) & p_1 & - & p_2 & + & p_3 & \Longrightarrow & p_1 & & p_2 & & p_3 \\
t_4) & p_1 & - & p_2 & - & p_3 & \Longrightarrow & p_3 & - & p_1 & - & p_2 \\
t_5) & p_1 & + & p_2 & & p_3 & \Longrightarrow & p_1 & ++ & p_2 & - & p_3 \\
t_6) & p_1 & & p_2 & + & p_3 & \Longrightarrow & p_1 & + & p_3 & & p_2 \\
t_7) & p_1 & - & p_2 & & p_3 & \Longrightarrow & p_1 & - & p_3 & & p_2 \\
t_8) & p_1 & & p_2 & - & p_3 & \Longrightarrow & p_1 & + & p_2 & -- & p_3 \\
t_9) & p_1 & & p_2 & & p_3 & \Longrightarrow & p_1 & + & p_2 & - & p_3
\end{array}
$$

In Abbildung 1 sind die Übergänge noch einmal grafisch dargestellt. Eine Rot Kante symbolisiert dabei eine positive und eine grüne Kante eine negative Distanz. Jedes Kästchen steht für eine Transition, wobei die obere Hälfte für die Situation vor der Transition (dem aufspalten der Nulldistanz) und die untere Hälfte für die Situation danach steht.

## 2.2 Freiheitsgrade

In der vorgestellten Theorie gibt es noch ein paar Freiheitsgrade, die festgelegt werden müssen um sie komplett zu machen.

Eine dieser Freiheitsgrade betrifft die Auswahl der Transitionspunkte, dass heißt welche Punkte für das aufspalten der nächsten Nulldistanz genommen wird. Folgende Möglichkeiten sind vorhanden:

1 Transition nacheinander an den einzelnen Punkten der Raumuniversen in fester oder zufälliger Ordnung

2 Transitionen bei zufällig gewählten Punkten alle gleich wahrscheinlich

3 Transitionen bei zufällig gewählten Punkten alle Wahrscheinlichkeit hängt von Distanzanzahlen ab (z.B. Gewicht des Punktes ist gleich Summe der Distanzen)

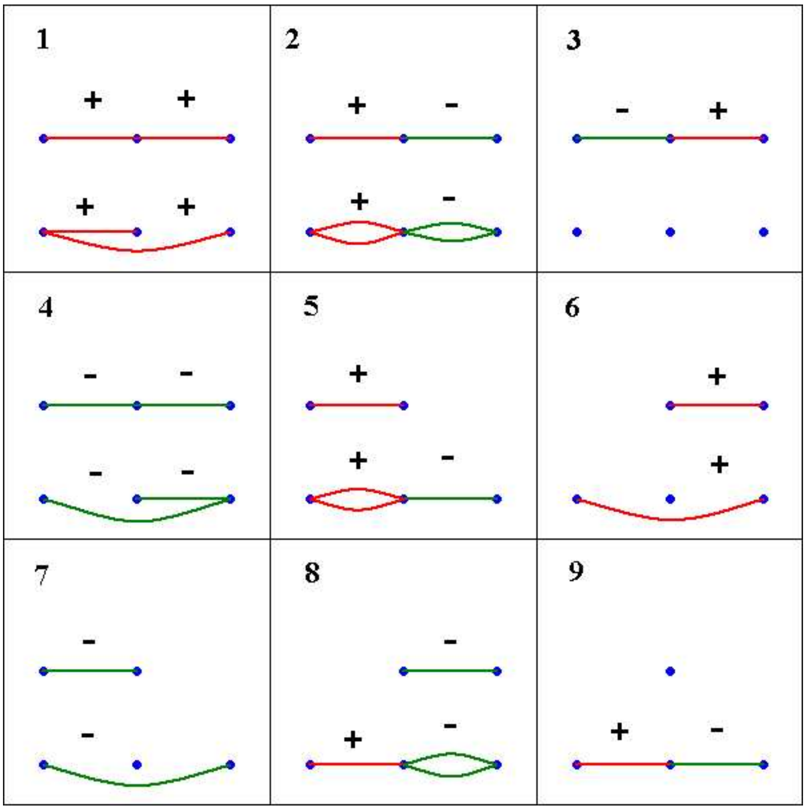


Abbildung 1: Transitionsübergänge

Der zweite Freiheitsgrad betrifft die Berechnung von Wahrscheinlichkeiten, also welche Wahrscheinlichkeit werden Ereignissen zugeordnet.
Dabei gibt es Folgende Möglichkeiten:

1 gleiche Raumuniversen zählen als eines

2 gleiche Raumuniversen zählen separat

Daneben gibt es noch weitere Freiheitsgrade mit denen von dieser Theorie abweichende Theorien gebildet werden können.

Bei den Transitionen, wie sie hier verwendet werden, wird dadurch dass eine Distanz einer Art zerstört und eine Distanz der gleichen Art erzeugt wird, der Endpunkt, der zu löschenden Distanz, der auf den aktuellen Entstehungspunkt lag, zu dem Endpunkt, der entstehenden Distanz gleicher Art, verschoben. Es können aber auch einfach die Distanzen gelöscht und hinzugefügt werden, so wie sie entstehen. Diese Änderung betrifft die Transitionen $t_1$, $t_4$, $t_6$ und $t_7$, sie sähen dann wie folgt aus:

$$\begin{array}{lccccccccccc}
t_1) & p_1 & + & p_2 & + & p_3 & \Longrightarrow & p_1 & ++ & p_2 & & p_3 \\
t_4) & p_1 & - & p_2 & - & p_3 & \Longrightarrow & p_1 & & p_2 & -- & p_3 \\
t_6) & p_1 & & p_2 & + & p_3 & \Longrightarrow & p_1 & + & p_2 & & p_3 \\
t_7) & p_1 & - & p_2 & & p_3 & \Longrightarrow & p_1 & & p_2 & - & p_3
\end{array}$$

Bei der Auswahl der Endpunkte der entstehenden Distanzen, beim Aufspalten einer Nulldistanz, könnten auch abweichende Vereinbarungen getroffen werden, z.B. könnten Punkte, zu denen schon eine (negative) Distanz geht, bevorzugt werden.

Es wäre weiterhin möglich noch mehr Arten von Distanzen zu erlauben. Es könnten mehr von einander unabhängige Arten von Distanzen eingeführt werden, wobei sich nur Distanzen der gleichen Art gegenseitig aufheben können, oder die Arten können erweitert werden, so dass z.B. drei unterschiedliche Kanten beim Aufspalten einer Nulldistanz entstehen und auch drei unterschiedlicher Distanzen einer Art nötig sind um sich gegenseitig aufzuheben. Es könnten auch andersartige Distanzen erwogen werden, z.B. Distanzen mit drei Enden.

# 3 Transition

Hier werden die Wahrscheinlichkeit für die Transition $t_i$ bei einem Knoten mit $n_p$ positiven und $n_n$ negativen ausgehenden Distanzen aufgestellt. Dabei ist die Anzahl der möglichen Wahlen insgesamt $n_a = n_p + n_n + 1$, inklusive einer Nulldistanz.

Transitionswahrscheinlichkeit:

$$n_a = n_p + n_n + 1 \tag{1}$$

$$p(t_1) = \left(\frac{n_p}{n_p + n_n + 1}\right)^2 = \left(\frac{n_p}{n_a}\right)^2 \tag{2}$$

$$p(t_4) = \left(\frac{n_n}{n_p + n_n + 1}\right)^2 = \left(\frac{n_n}{n_a}\right)^2 \tag{3}$$

$$p(t_2) = \frac{n_p}{n_p + n_n + 1} * \frac{n_n}{n_p + n_n + 1} = \frac{n_p * n_n}{n_a^2} \tag{4}$$

$$p(t_3) = \frac{n_n}{n_p + n_n + 1} * \frac{n_p}{n_p + n_n + 1} = \frac{n_p * n_n}{n_a^2} \tag{5}$$

$$p(t_5) = \frac{n_p}{n_a} * \frac{1}{n_a} = \frac{n_p}{n_a^2} \tag{6}$$

$$p(t_6) = \frac{n_p}{n_a^2} \tag{7}$$

$$p(t_7) = \frac{n_n}{n_a^2} \tag{8}$$

$$p(t_8) = \frac{n_n}{n_a^2} \quad (9)$$

$$p(t_9) = \frac{1}{n_a} * \frac{1}{n_a} = \frac{1}{n_a^2} \quad (10)$$

### 3.1 Änderung der Anzahl der Distanzen

In der Transition $t_2$, $t_5$, $t_8$ und $t_9$ wird eine Nulldistanz zu zwei neuen Distanzen aufgespalten, damit können nur in ihnen neue Distanzen entstehen. Der Fall $t_{neu}$ ist die Vereinigung der Transitionen, bei denen neue Distanzen entstehen, und damit ist $p(t_{neu})$ die Wahrscheinlichkeit für diesen Fall. Nur in Transition $t_3$ werden zwei positive und negative Distanzen zu Nulldistanzen vereinigt, ohne das gleich viele neue Distanzen entstehen, nur in diesem Fall ($t_{del}$) werden damit Distanzen gelöscht (deleted), damit ist $t_3 = t_{del}$.

$$t_{neu} = t_2 \cup t_5 \cup t_8 \cup t_9 \quad (11)$$

$$p(t_{neu}) = \frac{n_p * n_n + n_p + n_n + 1}{n_a^2} = \frac{(n_p + 1) * (n_n + 1)}{n_a^2} \quad (12)$$

$$p(t_{del}) = t_3 = \frac{n_p * n_n}{n_a^2} \quad (13)$$

### 3.2 Ausbreitung

Bei den Transitionen $t_1$, $t_4$, $t_6$ und $t_7$ wird ein Endpunkt einer Distanz auf einen anderen Punkt verschoben, das Distanzende breitet sich sozusagen im Raum aus. Der Fall $t_a$ wo sich ein Distanzende ausbreitet, kann in zwei Unterarten aufgespalten werden. Bei der ersten Art $t_{ae}$, zu der die Transitionen $t_1$ und $t_4$ gehören, breitet sich das Ende durch das vorhandenen Raumuniversum aus. Bei der zweiten Art $t_{an}$, zu der Transition $t_6$ und $t_7$ gehören, wandert das Ende zu einem neu erzeugten Punkt.
Es ist:

$$p(t_{ae}) = p(t_1) + p(t_4) = \frac{n_p^2 + n_n^2}{n_a^2} \quad (14)$$

$$p(t_{an}) = p(t_6) + p(t_7) = \frac{n_p + n_n}{n_a^2} \quad (15)$$

$$p(t_a) = p(t_{ae}) + p(t_{an}) = \frac{n_p^2 + n_n^2 + n_p + n_n}{n_a^2} \quad (16)$$

## 4 Nachbarschaftsbeziehung

Eine Distanz $D_i$ ist ein Paar von ungeordneten Punkten ($D_i = (P_1, P_2)$). Ein Distanzzug $D$ ist eine Liste von Distanzen $D = \{(P_1, P_2), (P_2, P_3), \ldots,$

$(P_{n-1}, P_n)\}$, wobei von den zwei Endpunkte einer Distanz jeweils einer auch ein Endpunkt der Vorgängerdistanz und der andere Endpunkt der Nachfolgerdistanz ist, wenn eine Vorgänger- bzw. Nachfolgerdistanz vorhanden ist.

Der Abstand $n(P_1, P_n)$ zwischen zwei Punkten ($P_1$ und $P_n$), wird durch den kürzesten Distanzzug $D_{min} = \{(P_1, P_2), (P_2, P_3), \ldots, (P_{n-1}, P_n)\}$ bestimmt, der sie verbindet. Es ist $n(P_1, P_n) = |D_{min}| = n$, wenn es keinen Distenzug zwischen den Punkten gibt ist $n(P_1, P_n) = \infty$ .

Alle Punkte $P_e$ innerhalb des Abstands $e$ zu einem Punkt $P_1$, sind die Punkte, für die gilt $n(P_1, P_e) \leq e$ . Alle Distanzen $D_e$ innerhalb des Abstands $e$ zu einem Punkt $P_1$, sind die Distanzen, für die es einen Distanzzug $D$ gibt, mit $|D| \leq e$, $D_e \in D$ und $(P_1, P_2) \in D$.

Die Oberfläche zu einer Punktmenge $M$ im Abstand $n$, ist die Menge aller Punkte, welche zu einem Punkt der Punktmenge $M$ den Abstand $n$ haben und zu keinem Punkt der Punktmenge $M$ einen Abstand kleiner als $n$.

Die Punktdichte bzw. Distanzdichte eines Bereiches im Abstand $n$ um einen Punkt $P$, ist die Anzahl der Punkte bzw. Distanzen innerhalb dieses Abstandes um den Punkt $P$.

Zwei Punkte sind (nahe) benachbart, wenn es einen (kurzen) Distanzenzug gibt, der sie verbindet. Zwei Punkte sind nicht anders (nahe) benachbart als durch ein Distanz $D$, wenn sie im Raumuniversum ohne die Distanz $D$ nicht (nahe) benachbart sind.

Bei der Entstehung von Distanzen sind ihre Endpunkte ohne die Distanz, bedingt durch die Art der Entstehung, entweder auch nahe benachbart oder nicht benachbart (neuer Punkt).

Nur Transition $t_1$ oder $t_4$ können sich die Endpunkte einer Distanz zu Nachbarn als Endpunkten ändern. Damit sich die Endpunkte einer Distanz entfernen, muss sich ein Endpunkt zu einem entfernteren Nachbarn bewegen. Und die Distanz darf bei ihrer Dehnung nicht ausgelöscht werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Endpunkte einer Distanz nicht anders nahe benachbart sind, nimmt exponentiell mit ihrem Abstand, ohne die verbindende Distanz, ab. Denn nur Transition $t_1$ oder $t_4$ können die Endpunkte einer Distanz zu Nachbarn ändern, in diesem Fall ist immer eine andere Distanz beteiligt und die Wahrscheinlichkeit, dass eine der Beiden den nicht gemeinsamen Endpunkt ändert, ist für beide gleich groß also 1/2. Dadurch entsteht Lokalität im Universum, beziehungsweise die Endpunkte einer Distanzen sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auch anders nahe benachbart oder gar nicht benachbart.

# 5 Energie

Energie ist eine „Unausgeglichenheit“ die sich beim Ausgleichen fortpflanzt. Eine solche „Unausgeglichenheit“ könnte beispielsweise dadurch vorhanden sein, dass in einem Bereich mehr Distanzen vorhanden sind als in der Umgebung.

# 6 maximale Geschwindigkeit

Es gibt eine maximale Geschwindigkeit („Lichtgeschwindigkeit“) die dadurch definiert ist, wie schnell sich etwas im Raum maximal ausbreiten kann. Nur durch eine Punkttick kann etwas an andere Nachbarpunkte weitergegeben werden, bzw. sich einen Punkt in deren Richtung bewegen. Die Maximalgeschwindigkeit ist also ein Punkt per Punkttick.

Auf zwei Arten kann diese Geschwindigkeit auf größeren Bereichen überschritten werden.

Erstens können lokal die Punkte, die etwas weitergeben, im Verhältnis zu den anderen Punkten im Bereich öfter ticken, so dass dort anscheinend die Zeit schneller vergeht. Allerdings wäre das ein rein zufälliger Effekt und das Produkt, aus Stärke (Zeitbeschleunigung) mal Wahrscheinlichkeit das es Auftritt, nimmt mit der Größe des beschleunigten Bereiches ab.

Die zweite Art betrifft die Nachbarschaftsbeziehung von Punkten. Wenn in einem Bereich die Punkte weniger Distanzen zwischen sich haben, als ihre Nachbarpunkte auf denen die Beobachtung ausgeführt wird, ist die maximale Übertragungsgeschwindigkeit zwischen ihnen schneller, als auf der Bahn zwischen den Nachbarpunkten. Ein extrem davon wäre eine Art Wurmloch. Allerdings ist zu erwarten, dass aufgrund des Bildungsprozesses, von Distanzen und ihrer Ausbreitungsart, die Nachbarn im größeren Rahmen gleichmäßig verteilt sind.

# 7 Vergleich zu unser Universum

Wie ähnlich diese Universum dem Unseren ist, oder ihm sogar entspricht, kann ich zur Zeit nicht sagen. Bei einer Untersuchung kommt eventuell noch erschwerend hinzu, dass unser wahrgenommenes Universum nur einen Teil dieses Universumen ausmachen kann.

## 7.1 Größenbetrachtungen

Werden die elementar Distanzen mit der Planck Länge von $10^{-35}$ m gleichgesetzt, so enthält ein generiertes Universum mit $10^9$ elementar Distanzen, soviel Distanzen, dass sie aneinander gelegt rund $10^{-26}$ m ausmachen. Ein Universum mit $10^9$ Distanzen ist weit von dem entfernt, was ich bisher in den Testreihen mit dem Simulator berechnen konnte.

Wird ein Universumentick (rund ein Punkttick auf jeden Punkt im Universum) die mit der Planck Zeit von $10^{-43}$ s gleichgesetzt, sind $1000$ Ticks gerade mal $10^{-40}$ s, da die Größe (Anzahl der Punkte) des Universumen exponentiell wächst sind $1000$ Ticks schon sehr viel. Bei $100$ Ticks waren in den Testreihen mit dem Simulator schon meist rund $10^6$ Punkte enthalten.
(Daten beruhen auf Angaben in der deutschen Wikipedia `www.wikipedia.de`)

# 8 Untersuchung einer Testreihe

Zur Untersuchung, der hier vorgestellten Theorie, wurde ein Simulator programmiert. Repräsentiert werden dabei die unterschiedlichen Raumuniversen durch Listen von Punkten, in den Punkten sind auch ihre Nachbarpunkte mit der Art der Verbindung bzw. Distanz abgespeichert. Ein Tick ist die minimale Zeiteinheit im Simulator. Bei einem Tick wird aus einem Raumuniversum ein neues Raumuniversum berechnet, indem für alle Punkte ($p_2$) des Ursprungsraumuniversums nacheinander jeweils zwei Nachbarpunkte ($p_1$ und $p_3$) dieses (gleichwahrscheinlich) ausgewählt werden und dann die zugehörige Transition ausgeführt wird. Die erzeugten Punkte werden an das Ende der Liste für das Raumuniversum angefügt, so dass um so älter ein Punkte ist, er um so weiter vorn in der Liste steht. Das erzeugte Raumuniversum wird als der Ausgangspunkt für das im nächsten Tick zu erzeugende Raumuniversum genommen. Es wird also nur eine Folge von Raumuniversen berechnet und nicht alle möglichen, dies geschieht um den Berechnungsaufwand der Simulation noch handhabbar zu halten. Desweiteren werden nach einem Tick, um Rechenzeit zu sparen, alle Teile des Raumuniversen, die nicht mehr mit dem größten Teile (bzw. dem mit den meisten Punkten) des Raumuniversen verbunden sind, aus ihm gelöscht.

Begonnen wurde mit einem Anfangsraumuniversum, welches nur einen Punkt (ohne Distanzen) enthielt. Im nachfolgendem ist mit der Zeit die Anzahl der Ticks seit dem Anfangsraumuniversum gemeint. Alle nachfolgenden Daten entstammen der gleichen Testreihe (Folge von Raumuniversen).

Abbildung 2 zeigt die Anzahl der Punkte (P), negativen (ND) und positive Distanzen (PD) in den Raumuniversen. Alle drei Kurven zeigen einen ähnlichen exponentiellen Anstieg, wobei die Kurven für die Distanzanzahlen fast identisch sind. Die Anzahl der Punkte liegt dabei etwas über der Anzahl der unterschiedlichen Arten von Distanzen.

In Abbildung 3 wird das Verhältnis von Punkten zu Distanzen gezeigt. Dabei wurde die Anzahl der Distanzen insgesamt durch die Anzahl der Punkte dividiert (Distanzen/Punkte). Nach einer Anfangsphase, in der die Anzahl der Distanzen pro Punkt stark zunimmt, pendelt sich das Verhältnis bei rund $1.66$ ein. Es existieren dort also rund $1.66$ Distanzen pro Punkt. Allerdings sind die Anzahlen von Distanzen nicht gleichmäßig über die Punkte verteilt.

Abbildung 4 zeigt die Ausdehnung des Universumen. Dafür wurde die Entfernung zwischen den ältesten Punkt des Raumuniversen (der am weitesten vorn in der List steht) zu dem Punkt, der von ihm am weitesten entfernt ist, gemessen. Der Anstieg der Ausdehnung ist, zumindest im untersuchtem Bereich, ungefähr linear. In Verbindung mit Abbildung 2 für die Anzahl von Punkten und Distanzen bedeutet dies, dass die Dichte in den untersuchten Raumuniversen mit der Zeit zunimmt.

Abbildung 5 zeigt die Anzahlen der einzelnen Transitionsarten in den Raumuniversen. Alle Kurven zeigen einen exponentiellen Anstieg, wie auch Abbildung 2 erwarten lässt, da auf jedem Punkt des Raumuniversen beim Tick eine Transition ausgeführt wird.

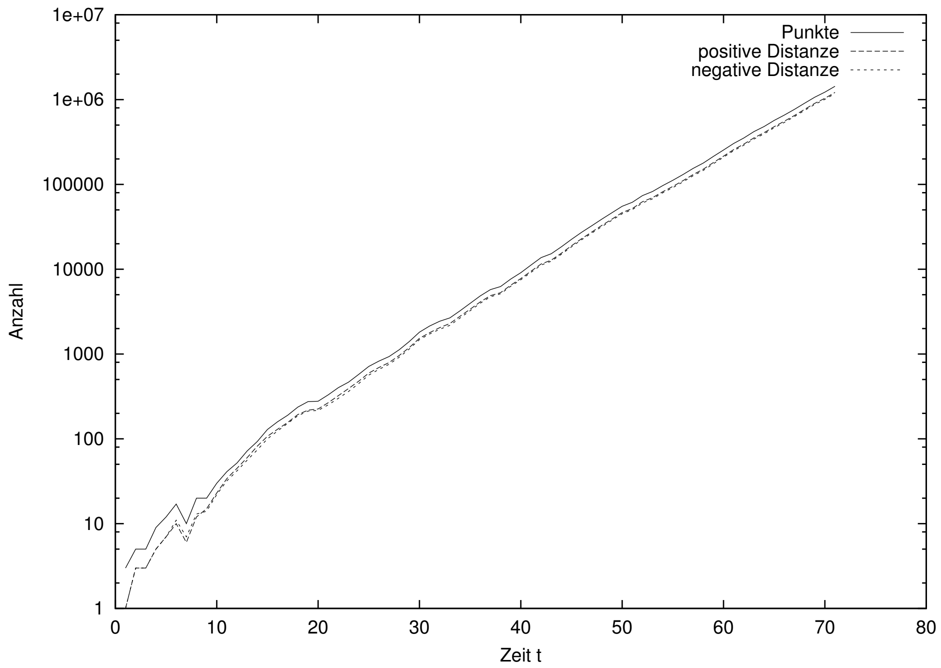


Abbildung 2: Anzahl der Punkte, negativen und positive Distanzen in den Raumuniversen

Abbildung 6 zeigt die zugehörigen Anteile der einzelnen Transitionen an der Gesamtzahl von Transitionen. Bereiche oberhalb eines Anteils von $0.2$ wurden dabei der Übersichtlichkeit halber ausgeblendet. Nach einer Anfangsphase pendeln sich dabei die Kurven auf relativ stabile Werte ein. Transition $t_9$ ist dabei anscheinend bei weitem am häufigst. Interessant ist, dass Transitionen die zueinander symmetrisch sind, wie z.B. $t_1$ und $t_4$, nicht bei ähnlichen Endwerten landen. Dies zeigt, dass die Anfangsentwicklung der Raumuniversen wichtig ist und dass sich bei unterschiedlichen Anfangsentwicklungen sich auch die weiteren Raumuniversenfolgen unterscheiden.

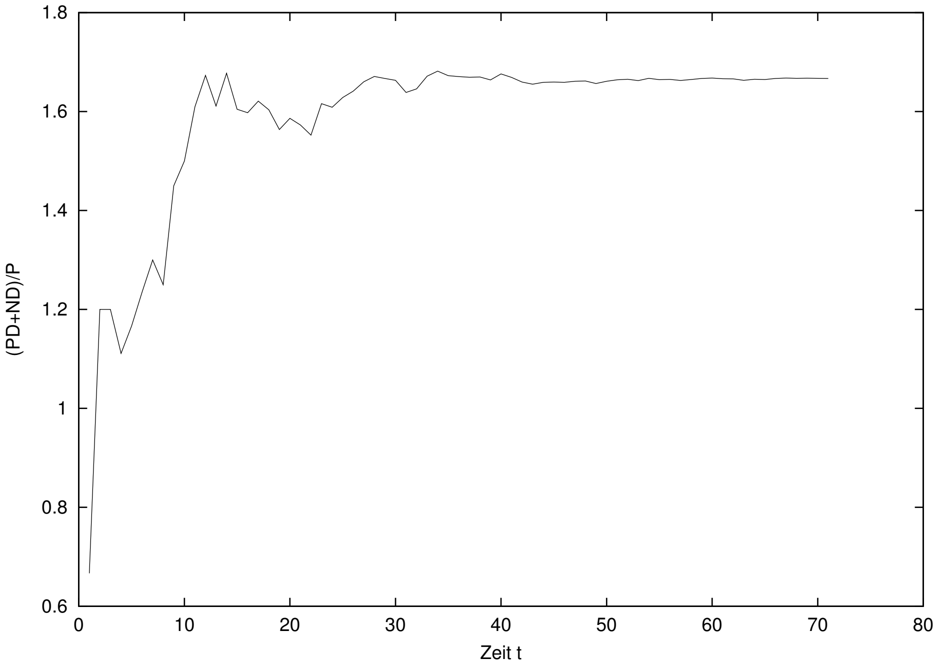


Abbildung 3: Distanzen-Punkte-Quotient in den Raumuniversen

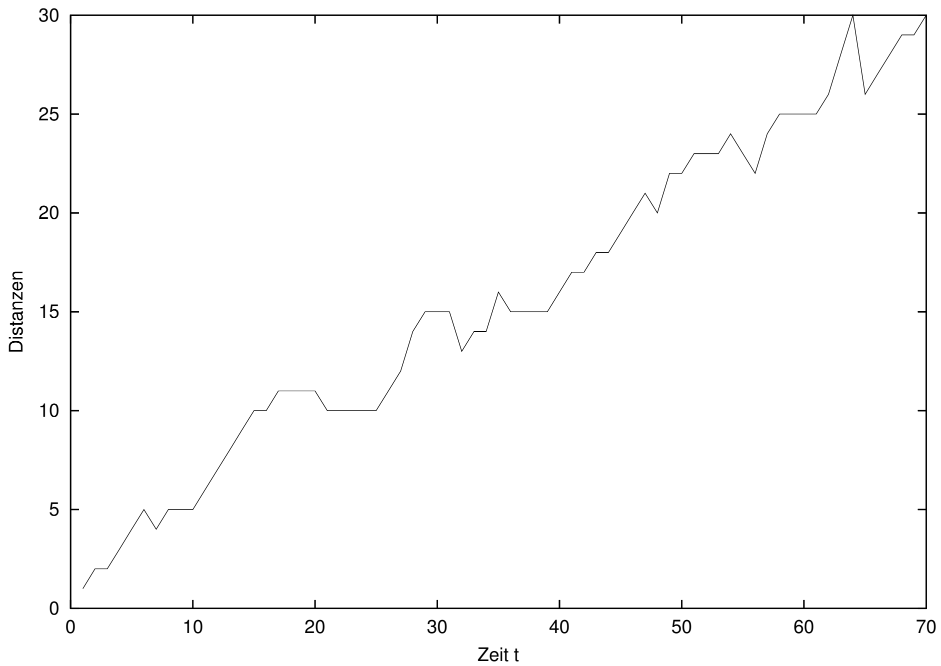


Abbildung 4: Ausdehnung der Raumuniversen

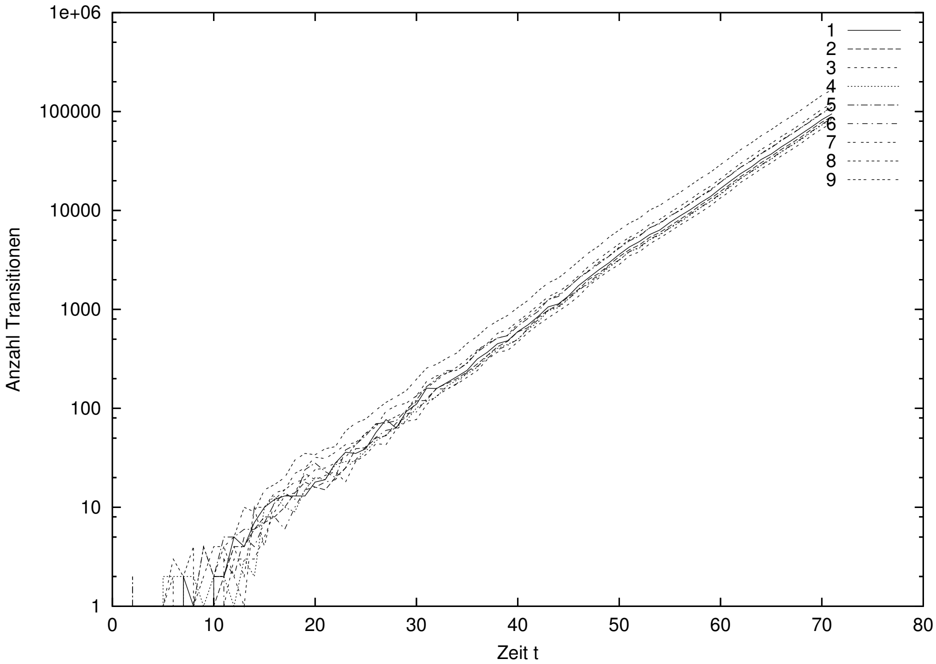


Abbildung 5: Anzahl Transitionen in den Raumuniversen

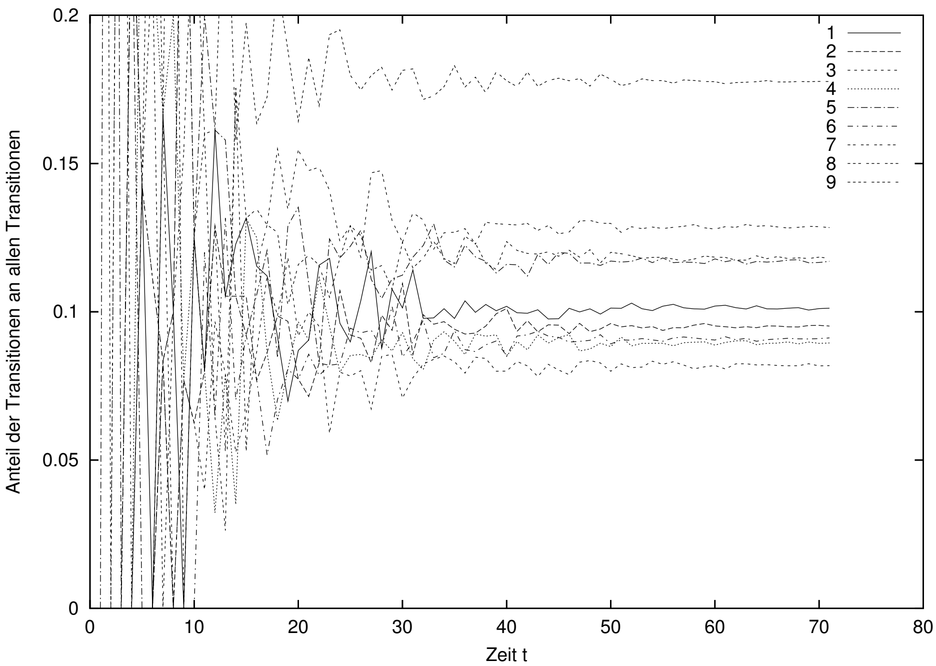


Abbildung 6: Anteil Transitionen in den Raumuniversen

## 8.1 Raster

Um die lokalen Strukturen und Entwicklungsverläufe besser Untersuchen zu können, wurde, wenn ein Raumuniversum der Folge eine bestimmte Größe überschritten hatte, ein Menge von näher benachbarten Punkten aus ihm als Raster ausgewählt.

Als erster Punkt wurde dabei der älteste Punkt des Raumuniversen (der erste der zugehörigen Liste) ins Raster eingefügt. Der nächste Punkt wurde aus der Punktmenge der Oberfläche im Abstand drei zum Raster gewählt. Für alle nachfolgenden Punkte wurde aus dem Schnitt von der Oberfläche im Abstand drei zum Raster und der Oberfläche im Abstand drei zur Menge des letzten gewählten Punktes ein Punkt ausgewählt, der letzte gewählte Punkt wurde dann zum Raster hinzugefügt und der aktuelle gewählte Punkt wurde zum letztem gewählten Punkt. Dies wurde solange wiederholt bis 200 Punkte im Raster waren.

Das gleiche Raster von Punkten wurden dann bei den nachfolgenden Raumuniversums untersucht.

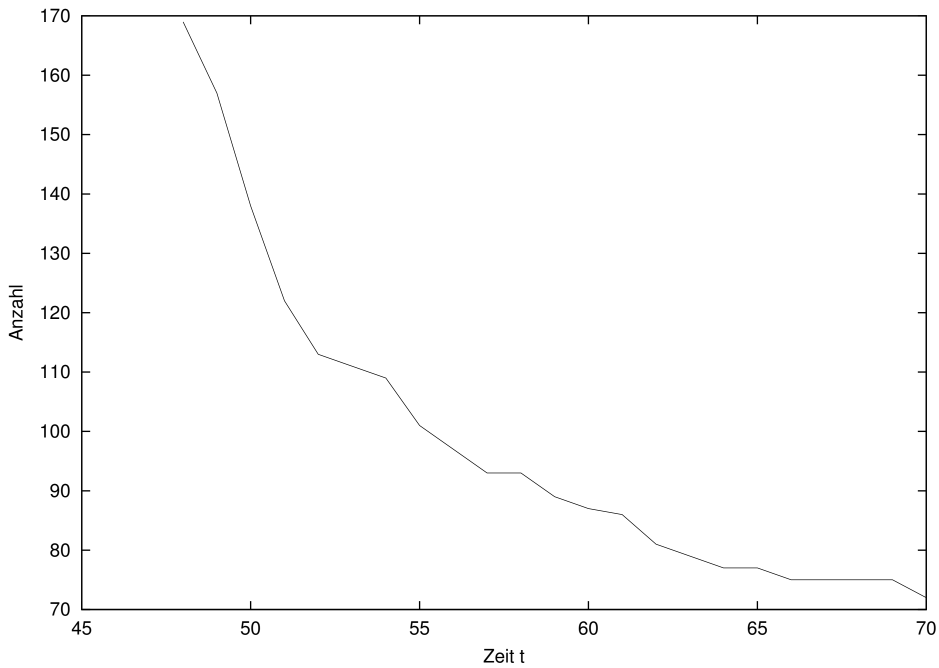


Abbildung 7: Anzahl der Punkte im Raster

Da Punkte aus dem Raumuniversum und damit aus dem Raster, bei Transitionen oder wenn kleinere zusammenhängende Teile des Raumuniversen gelöscht werden, entfernt werden können, nimmt die Anzahl der Punkte im Raster stetig ab. Dies ist in Abbildung 7 zu sehen, dort sind die Anzahlen der Punkte im Raster für die einzelnen Raumuniversen zu sehen. Nach einem starken Abfall am Anfang schwächt sich dieser mit der Zeit ab. Punkte die schon älter sind, haben demnach eine höhere Wahrscheinlichkeit auch noch eine längere zukünftige Lebensspanne zu haben.

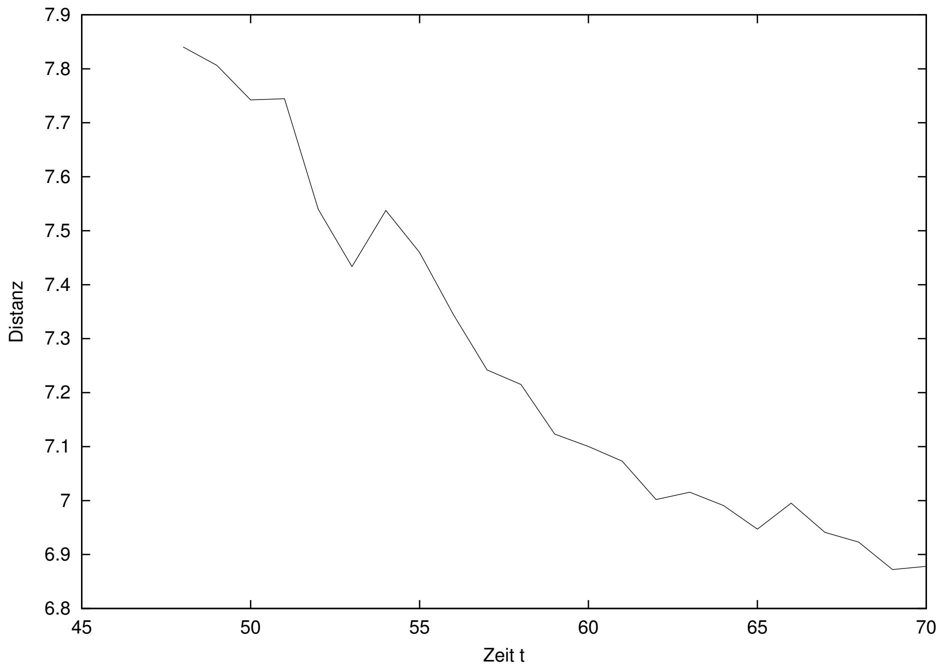


Abbildung 8: Durchschnittlicher Abstand zwischen den Punkten

Abbildung 8 zeigt den durchschnittlichen Abstand zwischen den Punkten im Raster. Die Abnahme der Kurve könnte schon allein mit der Abnahme der Punkte im Raster erklärbar sein. Hier wäre es sinnvoll, nur Punkte zu betrachten die auch in allen Raumuniversen vorhanden sind.

In Abbildung 9 sind die durchschnittlichen Anzahlen von Punkten, negativen und positiven Distanzen innerhalb des Abstands drei zu den Rasterpunkten zu sehen. Deutlich zu sehen ist ein Anstieg dieser, wobei die Kurve zwar ähnlich Verlaufen, aber die Kurve der positiven Distanzen, anders als in Abbildung 2, über der der negativen Distanzen liegt.

In Abbildung 10 ist dieser Unterschied dargestellt, dabei wurde der Durchschnitt der Differenz von positiven und negativen Distanzen ((positiven Distanzen) $-$ (negativen Distanzen)) dargestellt. Zu sehen ist eine deutliche Zuname dieser Differenz, es gibt also zunehmend mehr positive Distanzen als negative Distanzen innerhalb des Abstands drei zu den Rasterpunkten und das obwohl die beiden Arten von Distanz in der gleichen Anzahl an den gleichen Orten entstehen.

Abbildung 11 zeigt die maximale Anzahl von Punkten, negativen und positiven Distanzen innerhalb des Abstands drei zu den Rasterpunkten. Die Werte der Kurven sind deutlich höher, als die des Durchschnitts aus Abbildung 9.

In Abbildung 12 ist dagegen die minimale Anzahl von Punkten, negativen und positiven Distanzen innerhalb des Abstands drei zu den Rasterpunkten zu sehen.

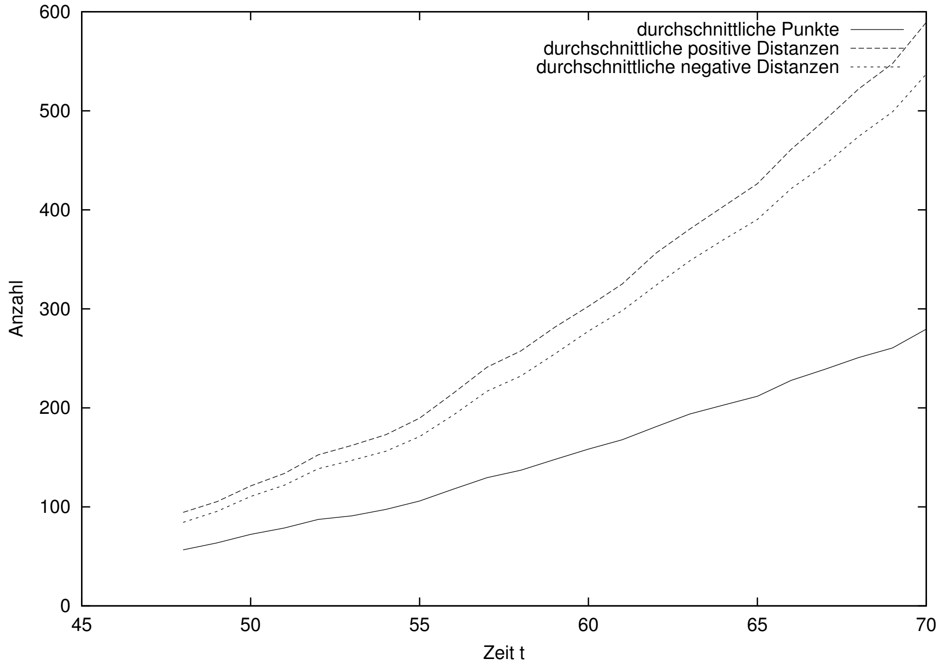


Abbildung 9: Durchschnittliche Anzahl von Punkten, negativen und positiven Distanzen im Abstand 3 zu den Rasterpunkten

Hier sind die Werte der Kurven deutlich geringer, als die des Durchschnitts aus Abbildung 9. Es gibt also lokale Unterschiede in der Struktur der Raumuniversen.

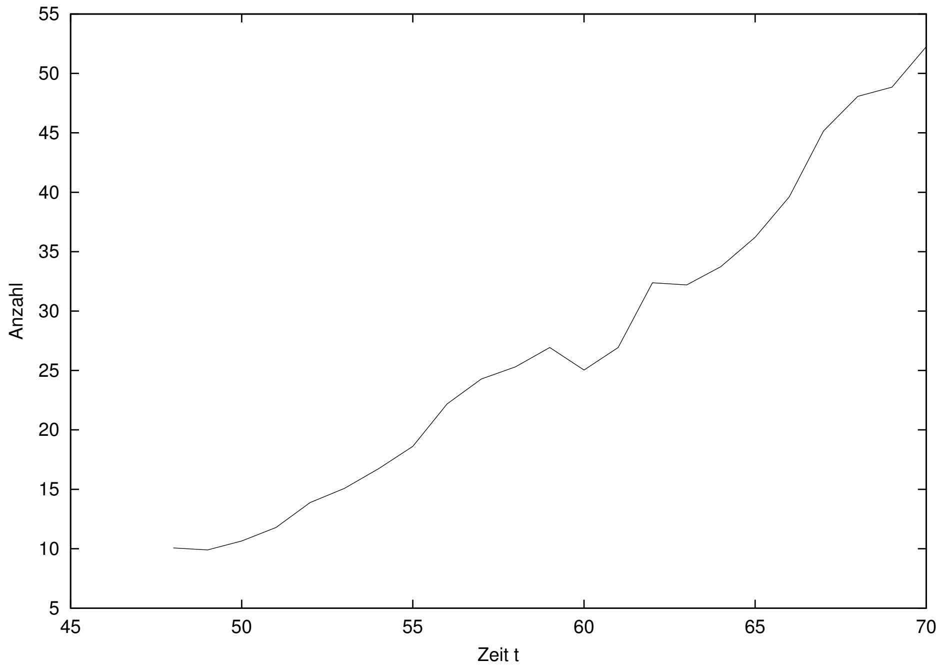


Abbildung 10: Durchschnittliche Differenz von positiven und negativen Distanzen im Abstand 3 zu den Rasterpunkten

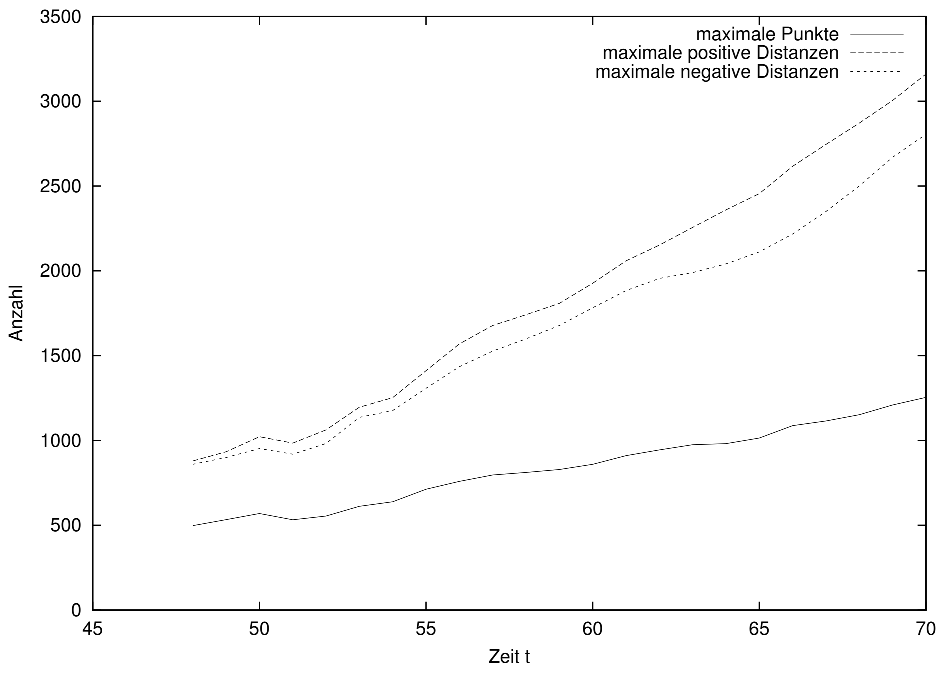


Abbildung 11: Maximale Anzahl von Punkten, negativen und positiven Distanzen im Abstand 3 zu den Rasterpunkten

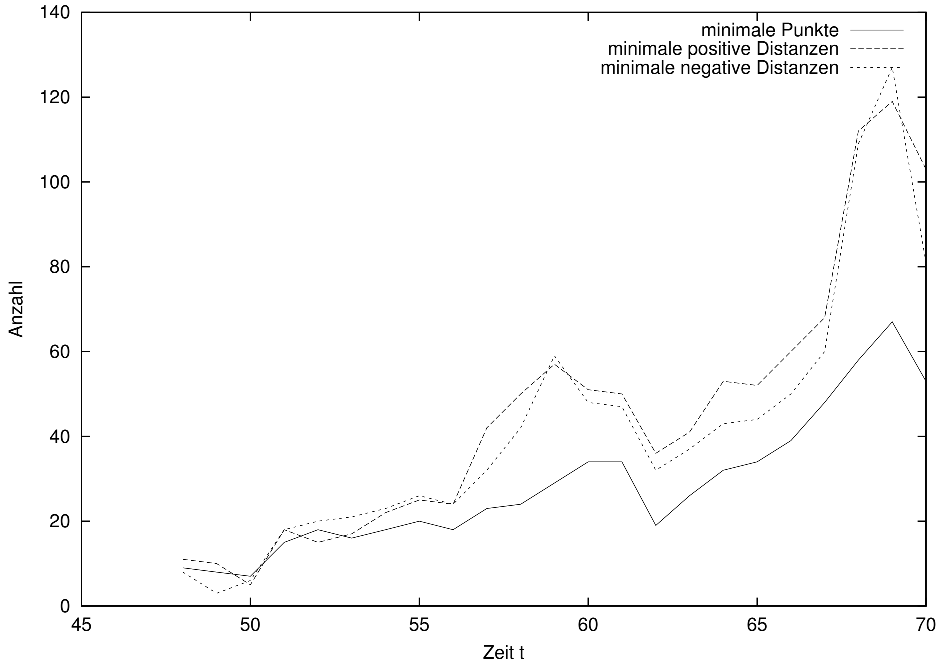


Abbildung 12: Minimale Anzahl von Punkten, negativen und positiven Distanzen im Abstand 3 zu den Rasterpunkten

# 9 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde eine Theorie zu einem Universum vorgestellt, welches auf dem Grundkonstrukt von zwei gegensätzlichen Arten von Distanzen aufbaut, die sich gegenseitig aufheben. Das Universum erfüllt eine Reihe von Forderungen, unter anderem ist es fähig komplexen Strukturen auszubilden.

Selbst wenn dieses Universum den Unsrigen nicht nahe kommt, kann es als Beispiel dienen wie eine umfassende Theorie für ein Universum aussehen könnte. Auch kann die Untersuchung des vorgestellten Universumen interessante Ergebnisse liefern.

# 10 Ausblick

Mit mehr Testreihen werden tiefere Einblicke in Verlauf und Auswirkungen im Universum gewonnen werden.

Durch das Erstellen und Verwenden von speziellen Anfangsraumuniversums, z.B. Raumuniversen mit vielen positiven Distanzen auf wenigen Punkten, kann die Auswirkung von speziellen Strukturen im Universum untersucht werden. Da alle Transitionen bzw. Veränderungen und Effekte nur lokal sind, dürften sich die Vorgänge und Zusammenhänge in großen lokalen Bereichen einer Raumuniversenfolge, auch bei einem kleinen Anfangsraumuniversums mit vergleichbaren Strukturen ähnlich verhalten.

Weitere Analyseverfahren werden bessere Untersuchungsmöglichkeiten für das Universum bieten. Indem, bei der Untersuchung von Rastern, nur die Punkte des Rasters betrachtet werden, die in allen untersuchten Raumuniversen vorhanden sind, kann das Verhältnis der Punkte zueinander, die Umgebung der Punkte und die auftretenden Veränderungen besser untersucht werden.

Auch wäre die Betrachtung der Umgebung einzelner Rasterpunkte, zur Untersuchung der lokalen Entwicklungen, hilfreich.