

DIMENSIONALE PHYSIK

Eine Theorie, bei der ALLES aus Raumzeit besteht

EXPOSEE

Neuer Ansatz zu einer Theorie von Allem, bei der die Quantenfeldtheorie aus der Allgemeinen Relativitätstheorie abgeleitet wird. Jedes Masse-Energie-Äquivalent entspricht einer Abbildung in der Raumzeit, einer Raumzeitdichte. Eine Abbildung der Raumzeitdichte über einen niederdimensionalen Übergang erzeugt die gesamte Quantenfeldtheorie. Schwarze Löcher erhalten eine wesentlich größere Rolle und die Dunkle Energie wird nicht mehr benötigt, da die Raumzeit selbst ein Potentialfeld darstellt.

Christian Kosmak

Würzburg 2025 – Version 5.0

Vorwort

Die Dimensionale Physik (DP) ist eine Theorie, die alles in der Geometrie der Raumzeit darstellt – nicht nur die Krümmung der Raumzeit. Ziel der DP war es, die Allgemeine Relativitätstheorie (ART) mit der Quantenfeldtheorie (QFT) zu vereinen. Dieses Ziel wurde teils erreicht, teils verfehlt. Es entstand eine Art "Theorie von Allem".

ART und QFT erhalten durch ihre geometrische Darstellung in verschiedenen Raumzeiten eine gemeinsame Grundlage. Dennoch beschreiben beide Theorien unterschiedliche Phänomene. Eine einheitliche mathematische Beschreibung beider Theorien ist deshalb nicht möglich. Dieses Problem entsteht durch den Ansatz, Gravitation und deren Ursache – Energie und Masse – vollständig geometrisch in unserer Raumzeit abzubilden.

Die DP führt zu einem Paradigmenwechsel in der Betrachtung der Raumzeit. Ob sie eine Revolution in der Physik auslöst? Das bleibt unklar. Entscheidend ist, dass die DP neue Lösungsansätze bietet. Sie eröffnet einen neuen Lösungsraum und schafft neue Ansatzpunkte für die Diskussion physikalischer Grundlagen.

Oft stellen wir einfach die Frage: Warum? Das machen wir, bis klar ist, warum eine Formel oder eine Naturkonstante in der mathematischen Beschreibung genauso aussieht, wie man diese zurzeit verwendet. Daraus folgt, dass wir einige Objekte der physikalischen Beschreibungen infrage stellen, über die sich ein Physiker nach dem ersten Semester fast keine Gedanken mehr macht. Dazu zählen insbesondere die Dimensionen von Raum und Zeit, was die Grundlage der Theorie ist. Daher auch der Name: Dimensionale Physik.

Die vorliegende Beschreibung der DP ist in 3 Teile aufgebaut:

- Teil 1: Eine kurze Einführung, um die Grundidee hinter der DP zu zeigen
- Teil 2: ART und die Grundlagen der DP.
- Teil 3: Die QFT als Konsequenz aus der ART. Wir werden oft die Quantenmechanik (QM) und nicht die QFT für eine Erklärung benutzt. Die QM ist bei den Ausführungen einfacher zu verstehen.

Wie Ihr erkennen könnt, werden Abkürzungen im Text eingeführt. Es gibt ein separates Abkürzungsverzeichnis. Bei der Zählung der Dimensionen in einer Raumzeit werden, abweichend zum Standard, nur die Raumdimensionen gezählt. Der Grund dafür wird sich aus der Theorie heraus ergeben. Dieser Text ist keine streng wissenschaftliche Beschreibung. Um die Dimensionale Physik einer breiten Leserschaft zugänglich zu machen, wird explizit ein lockerer Umgangston gewählt.

Dann wünsche ich viel Spaß beim Erkunden und Nachdenken. Wer weitere Fragen hat, es gibt ein Kontaktformular. Bitte diese Möglichkeit nutzen, Danke.

Starten wir die Reise zu einer Theorie, bei der ALLES aus Raumzeit besteht

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Einfache Grundsatzfragen.....	1
1.2 Startpunkt ART oder QFT.....	2
1.3 Grundidee der DP (Ansatz).....	2
1.4 Raumzeit-Struktur und Vorhersagen.....	3
1.5 Mathematik und Voraussetzungen an den Leser	4
1.6 Das Warum ist zurzeit wichtiger als das Wie	5
2 Raumzeitdichte als Grundidee (Ansatz)	6
2.1 Struktur der Einstein'schen Feldgleichungen	6
2.1.1 Gleichungssystem	6
2.1.2 Linke Seite G, die Raumzeitkrümmung.....	6
2.1.3 Rechte Seite T, die Raumzeitdichte	7
2.2 Raumzeitdichte	8
2.2.1 Raumzeitkrümmung.....	8
2.2.2 Warum eine Dichte?.....	10
2.2.3 Was wird in einer Raumzeit dichter?	11
2.2.4 Kleiner philosophischer Einschub.....	16
2.3 Erste Prüfung	16
3 Grenzen der Raumzeit (Raumzeitstruktur).....	22
3.1 Raumzeit als Substanz oder Objekt.....	22
3.2 Raumzeitdichte extrem.....	23
3.2.1 Raumzeitdichte gegen unendlich.....	23
3.2.2 Raumzeitdichte gegen null	23
3.3 Lichtgeschwindigkeit	24
3.3.1 Definition.....	24
3.3.2 Niederdimensionale Grenze	24
3.3.3 Kleiner privater Einschub.....	25
3.4 Ruhemasse und Energie	26
3.4.1 Energie = Raumzeitdichte	26
3.4.2 Ruhemasse = 3D Raumzeitdichte	27
3.4.3 Bedingungen für die Lichtgeschwindigkeit.....	28
3.5 Raumzeitdichte kann null oder unendlich nicht erreichen	29
3.5.1 Raumzeitdichte von null.....	29
3.5.2 Der mathematische Punkt.....	29
3.5.3 Keine Singularität in der ART	30

3.5.4	Raumzeitkrümmung von null	30
3.5.5	Raumzeitkrümmung von unendlich	30
3.5.6	Raumzeitdichte von unendlich	30
3.6	Schwarzes Loch	31
3.6.1	Höherdimensionale Grenze	31
3.6.2	Definition	31
3.6.3	Minimum und Maximum für die Raumzeit	32
3.6.4	Widerstand der Raumzeit	32
3.6.5	Hierarchieproblem	33
3.7	G, k und c, d, h	33
3.7.1	Die Gravitationskonstante G	33
3.7.2	Proportionalitätskonstante k in der ART	34
3.7.3	Das Planck'sche Wirkungsquantum h	35
3.7.4	Die Compton-Wellenlänge	37
3.8	Erkennbare Geometrien über eine dimensionale Grenze hinweg	38
3.8.1	Höherdimensionale Grenze	38
3.8.2	Niederdimensionale Grenze	41
3.9	Zeit	44
4	Spezielle Relativitätsprinzip (SRT)	46
4.1	Geschichte zur Entwicklung der SRT	46
4.1.1	Galileo	46
4.1.2	Newton	47
4.1.3	Maxwell	48
4.1.4	Lorentz	48
4.1.5	Einstein	49
4.2	Grundlage der SRT für die DP	50
4.2.1	Messung	50
4.2.2	Relativität mit Galileo-Transformation	51
4.2.3	Relativität mit Lorentz-Transformation	52
4.2.4	SRT neu interpretiert	52
4.2.5	Relativität zwischen Raumzeiten	53
4.3	SRT für die DP	55
4.3.1	Raumzeitdichte ohne Nullpunkt	55
4.3.2	Raumzeitdichte ohne maximalen Referenzpunkt	55
4.4	Konstanz der Lichtgeschwindigkeit	56
4.4.1	Geschwindigkeit ist ein Bruch	56

4.4.2 Keine Veränderung feststellbar	57
4.5 Beispiel zur SRT laut DP	58
4.5.1 Sicht von der Erde	58
4.5.2 Sicht vom Raumschiff	58
4.6 Cherry Picking in der SRT	59
4.7 Zwillingenparadoxon.....	60
4.8 SRT zu QFT und ART	62
5 Äquivalenzprinzip	64
5.1 Das schwache Äquivalenzprinzip	64
5.1.1 Erstes und zweites Axiom von Newton	64
5.1.2 Gleichheit von träger und schwerer Masse	65
5.1.3 Gleichheit in der DP	65
5.2 Der klassische Begriff einer Kraft.....	65
5.3 Das starke Äquivalenzprinzip	66
5.3.1 Das Problem mit „fallen“	67
5.4 Energieerhaltung.....	68
5.5 Veränderung der Komponenten.....	68
5.6 Das Gegenstück, die Shapiro-Verzögerung	69
5.7 Das Gravitationspotential	70
6 Kosmologie	72
6.1 Rekursives Universum	72
6.1.1 0-Raumdimensionen	72
6.1.2 1-Raumdimension	72
6.1.3 2-Raumdimensionen	73
6.1.4 3-Raumdimensionen	74
6.1.5 4-Raumdimensionen	74
6.1.6 Abbruch der Rekursion.....	75
6.2 Urknall.....	75
6.2.1 Was geht nicht	76
6.2.2 QFT für 4D Raumzeit als Entstehungsprozess.....	76
6.2.3 Fluktuation bei Plank-Länge und Planck-Zeit.....	77
6.2.4 Kopplung der Felder und der Raumzeit.....	78
6.3 Warum Expansion?.....	79
6.4 Expansion der Raumzeit	79
6.4.1 Bekannte Veränderungen der Raumzeitkomponenten	80
6.4.2 Neue Veränderungen der Raumzeitkomponenten.....	81

6.5 Ablauf der Expansion.....	83
6.5.1 Urknall als Startpunkt.....	83
6.5.2 Inflation.....	83
6.5.3 Dunkle Materie.....	84
6.5.4 Der Knick im Diagramm.....	85
6.5.4 Die lange Gerade.....	85
6.6 Messung der Expansion.....	86
6.7 Kosmologische Konstante.....	86
6.8 Vergleich zur Lehrbuchphysik.....	87
6.8.1 Homogen und Isotrop = Raumzeitdichte.....	87
6.8.2 Woher kommt der Druck?.....	87
6.8.3 Skalenfaktor für Raum oder Raumzeit.....	88
6.9 Abschluss Teil 2.....	89

1 Einleitung

1.1 Einfache Grundsatzfragen

Wir wollen in der DP einer der schwierigsten Dinge erreichen, die man in der Physik versuchen kann. Nein, nicht die ART und die QFT vereinigen. Das war nur ein Startpunkt. Die DP ist so weit entwickelt, dass es klar ist, was wir bei dem gegebenen Stand der Physik machen müssen. Wir müssen über einige Grundlagen der Physik neu nachdenken. Jemand dazu zu bringen, ist unglaublich schwierig.

Der Schwierigkeitsgrad wird nochmals erhöht, da die DP kein neues „highly scientific“ mathematisches Modell liefert. Es ist bereits alles da, was wir benötigen. Wir wollen eine neue Beschreibung der Physik mit den bekannten mathematischen Modellen erreichen. Das klingt mehr nach Tausendundeine Nacht und nicht wie eine physikalische Theorie. Wir werden uns die gegebenen alten Beschreibungen mit einer neuen Sichtweise anschauen. Ähnlich einem Puzzle, bei dem man alle Puzzle-Teile bereits beim Namen kennt und es trotzdem nicht lösen kann. Es entstehen Teilbilder, aber kein Gesamtbild. Das geht so lange, bis die erlösende Idee kommt. Das ist kein 2D-Puzzle, sondern 3D und alles fügt sich. Bei der DP werden wir etwas mehr brauchen. Wir werden Raumzeiten von 4D bis zu 1D (Achtung! In der DP werden nur die Raumdimensionen gezählt) in unterschiedlichen Konstellationen benutzen. Damit können wir das Physik-Puzzle lösen. Die logischen Zusammenhänge in der DP reichen so weit, dass wir die folgenden Fragen vollständig beantworten können:

- Fragen zu c , h , und G :
 - Woher komme die wichtigen Naturkonstanten c , h und G ?
 - Wieso können diese über die Planck-Einheiten ineinander umgewandelt werden?
 - Warum gibt es eine maximale Geschwindigkeit? In der ART ist dies ein Postulat ohne eine Erklärung.
 - Wieso gibt es mit h eine Quantisierung?
- Fragen zur ART:
 - Gibt es eine Singularität im Schwarzen Loch oder beim Urknall?
 - Woher kommt das Äquivalenzprinzip
 - Woher kommt das Relativitätsprinzip
 - Warum kann die mathematische Beschreibung nicht linear sein?
- Frage zur QFT:
 - Warum lässt sich die QFT nicht mit der ART vereinigen?
 - Warum lässt sich die QFT mit der Speziellen Relativitätstheorie (SRT) vereinigen?
 - Warum gibt es Wahrscheinlichkeiten?
 - Was ist eine Verschränkung?
- Fragen allgemein zur Physik:
 - Warum gibt es Symmetrien in den mathematischen Beschreibungen?
 - Warum können wir unterschiedliche Arten von Kräften bei gleicher Maßeinheit vergleichen?

Einfach mal stopp. So eine Liste an Fragen kann beliebig lang werden. Wir können erkennen, bei den Fragen geht es um das Fundament der Physik. Der Startpunkt war eine Vereinigung von ART und QFT. Wir sind uns heute im Jahr 2025 sicher, dass diese beiden Theorien, mit der heutigen mathematischen Beschreibung, bereits im Grundsatz nicht zusammenfinden. Daher sollte es nicht verwundern, dass es in der DP genau um diese grundsätzlichen Betrachtungen geht. Wenn wir keine neue mathematische Beschreibung benötigen und eine gemeinsame Grundlage erzeugen wollen, dann muss an der Betrachtung der heutigen Grundlagen etwas nicht stimmen. Hier setzen wir an.

1.2 Startpunkt ART oder QFT

Der Startpunkt war die Idee einer Vereinigung. Vereinigen heißt, verschiedene Dinge auf eine Identität bringen. Ziel war es, dies mit so wenig verschiedene Objekte wie nur möglich zu erreichen. Diese Idee auf die Spitze getrieben bedeutet, ein einziges Objekt zu haben. Dann kann es keine Unterschiede mehr geben. Wo starten wir bei dieser Suche? Hier haben wir zwei unterschiedliche Ansätze zur Auswahl:

- Wir versuchen die bekannten Theorien zu erweitern
- Wir bauen eine komplett neue Theorie

Eine komplett neue Theorie anzugehen war nicht der Fokus. Das angestrebte Ziel war die Vereinigung von ART und QFT. Es fällt leichter mit den bekannten Beschreibungen zu starten. Da die ART und die QFT die Säulen der modernen Physik darstellen, wählt wir eine davon aus.

Fast alle, die nach einer Vereinigung suchen, starten bei der QFT. Das macht auch Sinn. Die QFT ist die am besten bestätigte Theorie, die wir haben. Zusätzlich beschreibt die QFT alle Elementarteilchen und die Wechselwirkung zwischen den Elementarteilchen. Es fehlt nur eine Wechselwirkung, die Gravitation. Wir sind uns sicher, dass alle Aussagen zur QFT, wie Wahrscheinlichkeit, Unschärfe, Verschränkung, lineare Abbildung usw., zu 100% richtig sind. Wir sind uns genauso sicher, dass die ART nichts davon enthält. Zusätzlich gibt es in der ART noch so unschöne Dinge wie eine Singularität. Daher die Annahme, dass die ART nicht konsistent ist.

Nach einer Vereinigung, aus der QFT heraus, haben schon viele brillante Köpfe lange gesucht. Das Ergebnis ist bis jetzt immer identisch. Man konnte die mathematischen Werkzeuge verbessern und hat Wissen generiert. Der eigentlichen Lösung ist man aber nicht nähergekommen. Daher wählen wir die ART als Startpunkt, so unwahrscheinlich dies auch klingen mag. Was noch dazu kommt, fast jeder der sich mit Physik tiefergehend beschäftigt entwickelt, aus einer persönlichen Vorliebe heraus, eine Präferenz für eine der beiden Theorien. Bei mir war dies die ART. Daher kommt für das gesuchte „eine Objekt“ eine weitere Eigenschaft hinzu. Die Abbildung auf diesem Objekt soll sich geometrisch beschreiben lassen.

1.3 Grundidee der DP (Ansatz)

Wir haben ungefähr eine Ahnung, was wir erreichen wollen und einen Startpunkt. Schauen wir uns die ART genauer an. Dazu betrachten wir die Feldgleichungen von Einstein. Wir benutzen die einfachste Form:

$$G_{\mu\nu} = k * T_{\mu\nu}$$

Oh, die erste Formel, keine Panik. Wir müssen diese Gleichung nicht lösen können. Es geht um die Struktur und um die verwendeten Objekte. Auf der linken Seite steht der Einstein-Tensor $G_{\mu\nu}$. Dieser beschreibt die Raumzeitkrümmung. Auf der anderen Seite steht ein k als Proportionalitätskonstante. Diese interessiert uns erst in einem späteren Kapitel. Dann kommt mit $T_{\mu\nu}$ der Energie-Impuls-Tensor. Wenn man sich diese Gleichung mit unserem Wunsch im Hinterkopf anschaut (ein Objekt, geometrische Abbildung), dann haben wir hier die erste Hälfte bereits geschafft.

Was war der geniale Gedanke von Einstein, der zu dieser Gleichung führte? Die Gravitation nicht mehr als Kraft aufzufassen, sondern diese direkt geometrisch auf genau ein einziges Objekt abzubilden, der Raumzeit selbst. Das bedeutet für uns, wir entwickeln diese Idee weiter und übertragen dies auf die andere Seite. Wir müssen für den Energie-Impuls-Tensor eine geometrische Abbildung in der Raumzeit finden.

Daraus ergibt sich, dass die Feldgleichungen auf beiden Seiten jeweils eine „Verformung“ der Raumzeit beschreiben. Die eine Verformung ist als Raumzeitkrümmung bekannt. Das Gegenstück oder die Quelle der Raumzeitkrümmung, werden wir als Raumzeitdichte bezeichnen. Damit haben wir unseren Ansatz gefunden. Wir haben in der Gleichung ein einziges Objekt, die Raumzeit. Die Gleichung beschreibt rein geometrisch eine Veränderung der Raumzeit für die jeweilige „Verformung“. Dadurch ändern sich die Berechnungen innerhalb der ART nicht. Die Gleichung bleibt erhalten, wie diese ist. Wir Veränderung unsere Sichtweise auf die ART. Der Ansatz lässt sich damit sehr einfach zusammenfassen:

Alles besteht aus Raumzeit

Wir werden verschiedene und auch unendlich viele Raumzeitkonfigurationen erhalten, um die QFT abbilden zu können, aber wirklich alle Beschreibungen der Natur sind geometrische Abbildungen in einer Raumzeit. Zurzeit gibt es zur ART einen Merksatz. Dieser lautet ungefähr so: „Die Materie sagt der Raumzeit wie sich diese krümmen muss und die gekrümmte Raumzeit sagt der Materie wie sich diese zu bewegen hat.“ Hier ist noch eine klare Trennung von Bühne (Raumzeit) und Akteur (Materie) zu erkennen. Es muss ein Paradigmenwechsel erfolgen. Der neue passende Spruch ist:

Die Raumzeit ist nicht nur eine dynamische Bühne, sie ist der einzige Akteur

1.4 Raumzeit-Struktur und Vorhersagen

Der Ansatz, dass jegliches Masse-Energie-Äquivalent eine Raumzeitdichte und damit eine direkte Abbildung in der Raumzeit ist, wird uns zu der wichtigsten Schlussfolgerung in der DP führen. Die Raumzeit besitzt Grenzen. Nicht durch eine Länge oder Strecke gegeben, sondern in der Struktur. Durch die SRT werden wir erkennen, dass eine Raumzeit eine Raumdimension und die Zeitdimension verlieren kann. Längenkontraktion und Zeitdilatation auf null. Die Abbildung der Raumzeitdichte über diese Raumzeitgrenze hinweg wird uns alle benötigten Elemente für die QFT zwingend erzeugen und den Aufbau der ART erklären:

- Die Raumzeitgrenze, zu niederdimensionalen Raumzeiten, ist der Grund, warum es eine QFT gibt und diese nicht direkt mit der ART vereint werden kann. Unserer Raumzeit allein bietet nicht die nötigen Strukturen, damit eine QFT erzeugt werden kann. Diese zusätzlichen Strukturen werden die niederdimensionalen Raumzeiten liefern.
- Die Zeitdimension, ist über verschiedene Raumzeiten hinweg nicht identisch. Jede beliebige Raumzeit besitzt seine eigene Zeitdimension.
- Jede Raumzeitkonfiguration hat für sich eindeutige Planck-Werte. Man kann nicht mit den identischen Planck-Werten in unterschiedlichen Raumzeiten rechnen.
- Es ist bei Berechnungen nicht mehr erlaubt, für eine höher- oder niederdimensionale Raumzeit, einfach eine Raumdimension dazu- oder wegzunehmen. Das sind unterschiedliche Objekte mit unterschiedlichen Planck-Werten und separaten Zeitdimensionen. Daher ist die Raumzeitgrenze der Grund, warum viele neue Theorien aus Sicht der DP nicht funktionieren.
- Die höherdimensionale Grenze (eine Raumdimension dazu aber keine Zeitdimension mehr) ist über ein Schwarzes Loch gegeben. Die niederdimensionale Grenze über die Lichtgeschwindigkeit. Daraus wird sich ergeben, dass die Gravitationskonstante G , eine aus diesen Grenzbedingungen, zusammengesetzter Wert ist.
- Rein aus der Logik der DP heraus, steht die SRT der QFT näher als der ART. Daher kann man die SRT mit der QFT vereinen, aber nicht die ART mit der QFT.
- Die Ruhemasse eines Elementarteilchens ist, mit den für uns erkennbaren Wert, die Planck-Masse in der, für das jeweilige Teilchen, zuständige Raumzeitkonfiguration.

- Es gibt 3 Generationen an Fermionen, da sich diese, in unserer Raumzeit, auf den 3 Raumdimensionen abbilden müssen. Es gibt 3 niederdimensionale Wechselwirkungen, da wir nur drei verschiedene Geometrien zwischen den Teilchen austauschen können. Die Zahl 3, bei der Einteilung der Teilchen oder $1/3$ bei den Ladungen, hängt von der Anzahl unserer Raumdimensionen ab.
- Die niederdimensionale Geometrie ist mit dem Standardmodell der Teilchenphysik verbraucht. Es darf kein weiteres Teilchen geben.
- Hier noch eine etwas „wildere“ Aussage: Das Higgs-Feld ist fast identisch zu unserer Raumzeit. Unsere Raumzeit ist ohne Gravitation ein skalares Potentialfeld.

Die Aufzählung könnte noch um etliche Punkte erweitert werden. Wir sehen aber bereits an diesen wenigen Punkten, dass wir in der neuen Sichtweise auf die Raum- und Zeitdimensionen, eine grundlegende Änderung mit dem Umgang dieser Objekte vollziehen müssen. Es gibt einen Paradigmenwechsel, aber ohne neue Mathematik. Wir erklären, warum die gegebene Mathematik genauso aussehen muss, wie sie es tut. Das ist für die QFT besonders wichtig.

Die angeführten Punkte sind alle eine Bestätigung der ART und der QFT. Da findet man keine Abweichung in den Beobachtungen. Wir können aber experimentell prüfbare Vorhersagen treffen. Zum Beispiel mit der letzten Aussage, die Raumzeit ist ein skalares Potentialfeld, ergeben sich beobachtbare Veränderungen, für die Kosmologie. Das frühe Universum muss in einigen Dingen, zu unserem heutigen Universum, unterschiedlich sein. Die neusten Beobachtungen von JWST lassen sich damit sehr gut erklären.

- Es müssen sehr viel mehr Schwarze Löcher im frühen Universum entdeckt werden, als dies laut Standardmodell der Kosmologie möglich sein sollte.
- Diese Schwarzen Löcher müssen größer sein, als dies nach den heutigen Berechnungen möglich sein darf. Die ART verändert sich nicht, wir erhalten aber trotzdem ein höheres Eddington-Limit. Die Raumzeit als Potentialfeld verändert die Wertigkeit der Objekte, z. B. den Impuls (dieser ist auch nur eine Raumzeitdichte). Der Impuls als solcher wird, im frühen und im heutigen Universum, bei einem Prozess identisch erzeugt. Seine Wertigkeit, in der jeweiligen Entwicklung der Raumzeit, ist aber unterschiedlich (Potentialfeld).
- Dunkle Energie existiert nicht. Die Raumzeitexpansion ist eine intrinsische Eigenschaft der Raumzeit selbst. Die Zunahme der Expansion erfolgt dadurch, dass die Quantenfluktuation die Expansion immer weniger abbremsen kann.

Auch diese Aufzählung könnte wieder verlängert werden. Die Themen werden aber ausführlich im Text behandelt.

1.5 Mathematik und Voraussetzungen an den Leser

Wie man an dem Text der Einleitung sieht, wird mehr Text als Formeln verwendet. Das wird auch so bleiben. Es werden Formeln, in der jeweils einfachsten Form benutzt, wenn dies notwendig ist. Aber, es ist zwingend notwendig. Eine Beschreibung ohne Mathematik ist nicht möglich. Damit dieser Text einer breiten Leserschaft zugänglich bleibt, wird ein einfaches Niveau der Mathematik angestrebt. Das bedeutet wir betreiben hier keine Mathematik, das bezeichnen wir besser als „ein bisschen Formeln schubsen“. Formeln wie die Feldgleichungen müssen wir nicht mathematisch herleiten oder lösen können. Die Struktur dahinter muss aber erklärt werden. Ziel ist, das wir zu allen Naturkonstanten und Formeln immer das Warum kennen.

Es wird nicht jedes Detail aus dem Lehrbuch, von Adam und Eva ab neu erklärt. Der Leser sollte an Physik interessiert sein und die in der Einleitung verwendete Formel identifizieren können. Für die Physikprofis kann es daher „langatmig“ werden. Die Entscheidung ist explizit in diese Richtung gefallen. Die Kapitel müssen in der gegebenen Reihenfolge durchgelesen werden. Da

sich die Mathematik und Bezeichnung von Objekten nicht ändert, hat man dazu eine bestimmte Vorstellung. Es ist aber so, dass wir einigen Objekten eine andere Bedeutung zusprechen werden, z.B. der Lichtgeschwindigkeit. Damit lässt sich eine andere Bedeutung bei gleichen Namen nicht vermeiden. Daher muss beim Lesen die Reihenfolge der Kapitel eingehalten werden.

1.6 Das Warum ist zurzeit wichtiger als das Wie

Man geht oft davon aus, dass ein Physiker immer das Warum zu einem Sachverhalt klären will. Tatsächlich wird an den Universitäten oft nur noch das Wie, die Berechnung, als das Wichtigste dargestellt. Das hängt stark mit der QFT zusammen, von der man sagt, diese ist die Grundlagen von Allem. Diese ist auf einen rein logischen Weg nicht erklärbar. Das funktioniert nur mit Mathematik. Mit viel und komplizierter Mathematik. In der vordersten Front der Forschung zur QFT oder auch zur Stringtheorie ist das Arbeitsfeld eines Physikers oder eines Mathematikers wohl nicht mehr unterscheidbar. Genau hier setzen wir mit der DP an und wollen dies ändern. Auch eine QFT muss aus der Logik heraus verständlich sein.

Meiner Meinung nach hat sich vor ungefähr 150 Jahren eine Änderung in der Vorgehensweise der Physiker ergeben. Man hatte nicht unbedingt vorab eine Idee zu einem Themenbereich, welcher untersucht werden soll. Es konnte auch das Modell, in Form von reiner Mathematik, untersucht werden. Aus dieser mathematischen Untersuchung sind dann neue Ideen entstanden. Spätestens mit der Entwicklung der Quantenmechanik (QM) ist dies das führende Vorgehen in der Physik geworden. Dieses, seit nun über 100 Jahren, sehr intensiv betriebenes Vorgehen war extrem erfolgreich. Ohne dieses Vorgehen würden wir in der Physik auf keinen Fall dort stehen, wo wir heute sind. Ich bin aber auch der Meinung, dass dieser Pfad ausgetreten ist. Man ist an einem Punkt angelangt, wo man das Vorgehen wieder umdrehen muss. Es werden neue Ideen benötigt, die dann später mit Mathematik untersucht werden müssen.

Das Warum und das Wie, beides ist wichtig. Die angeführten Gründe sind so zu verstehen, dass in dieser Beschreibung die Idee, das Warum, als wichtiger erachtet wird als die mathematische Berechnung, das Wie. Es muss ein zwingender logischer Zusammenhang zwischen den Beschreibungen und Auswirkungen geschaffen werden. Besonders, da wir einige Grundlagen neu überdenken werden. Wir wollen explizit nicht ein Modell wie die QFT schaffen, wo fast alles mit sehr komplexen Berechnungen sehr genau vorhersagbar ist. Man hat aber keine Idee, warum dies überhaupt die experimentellen Befunde abbildet.

Genug der Vorrede und Einleitung. Ab hier sollte jeder für sich entscheiden können, ob es ihm die Lebenszeit wert ist, sich mit den Ideen der DP vertraut zu machen.

2 Raumzeitdichte als Grundidee (Ansatz)

Die ersten Entwicklungsschritte für die DP, waren mehrere verschiedene Startpunkte. Keiner davon war dieser Ansatz, denn wir hier aufbauen werden. Die verschiedenen Lösungswege haben sich im Laufe der Zeit in diesen Punkt vereinigt. Das war der Zeitpunkt, als aus einer Sammlung von losen Ideen, eine Theorie gebildet wurde.

Die Grundidee ist die Weiterführung eines genialen Gedankens von Einstein. Wenn die Gravitation, als reine geometrische Beschreibung auf nur ein Objekt, der Raumzeit abgebildet wird (Raumzeitkrümmung), dann müssen wir diese Idee „einfach“ auf alles andere übertragen.

2.1 Struktur der Einstein'schen Feldgleichungen

Da wir von der ART aus starten holen wir uns die charakteristische Gleichung für die ART, in der einfachsten Form. Die Feldgleichungen von Einstein.

$$G_{\mu\nu} = k * T_{\mu\nu}$$

Schauen wir uns die Struktur der Gleichung etwas genauer an.

2.1.1 Gleichungssystem

Das Erste, was auffällt: Wieso den Feldgleichungen? Da steht nur eine Gleichung. Diese Schreibweise ist sehr kompakt. Dort stehen 16 einzelne Gleichungen, die zusammen ein Gleichungssystem ergeben. Die griechischen Buchstaben μ und ν zählen von 0 auf 3 hoch (das ist so Konvention). Jeder Buchstabe steht für die Anzahl der Dimensionen in unserer Raumzeit. Man zählt im Lehrbuch für unsere Raumzeit 4 Dimensionen. Drei Raumdimensionen und eine Zeitdimension. Tatsächlich sind es in der Gleichung 4 Raumdimensionen. Die Zeitdimension erhält einen zusätzlichen Faktor, welcher aus einer Zeit eine Länge macht. Die Maßeinheit der Zeitdimension ist in der mathematischen Beschreibung eine Länge und keine Zeit. Die Zeitdimension bekommt ein anderes Vorzeichen als die Raumdimensionen. Raumdimensionen ein Plus und die Zeitdimension ein Minus oder umgekehrt. Wie herum dies gemacht wird ist reine Ansichtssache. Wichtig ist, dass die Vorzeichen unterschiedlich sind. Das nennt sich Signatur der Raumzeit. Wir verwenden die Signatur $(- + + +)$. Die Großbuchstaben sind Tensoren. Dort wird beschrieben, wie sich der Inhalt der Tensoren, von einer Dimension zur anderen Dimension verhält. Daher kommen $4 * 4$ Möglichkeiten heraus, 16 Gleichungen. Auf Grund von Symmetrien benötigt man aber nur 10 unabhängige Gleichungen.

Wir werden hier, entgegen dem Lehrbuch, nur noch die echten Raumdimensionen, also die mit $+$, zählen. Damit ist unsere Raumzeit 3D. Warum wir dies tun, klärt sich im Kapitel 3 „Grenzen der Raumzeit“. Wir werden sehen, dass diese Signatur allein, für eine Klassifizierung der Raumzeit, nicht ausreichend ist. Die zusätzliche Zeitdimension ergibt sich automatisch zu jeder beliebigen Raumzeitkonfiguration.

2.1.2 Linke Seite G, die Raumzeitkrümmung

Die Linke Seite der Gleichung hat nur den Tensor mit der Bezeichnung G, den Einstein-Tensor. Dieser beschreibt, nennen wir es mal ganz allgemein, eine Verformung der Raumzeit selbst. Diese Art der Verformung wird als Raumzeitkrümmung bezeichnet. Die Raumzeitkrümmung wird in der ART mit der Gravitation gleichgesetzt. Damit ist die Gravitation keine Kraft oder Wechselwirkung, sondern eine geometrische Abbildung auf genau einem einzigen Objekt, der Raumzeit. Unser Ansatz ist, eine geometrische Identität über alle Betrachtungen hinweg auf ein Objekt zu erhalten. Damit ist für die Gravitation die gewünschte Form der Beschreibung bereits erreicht. Daraus folgt sofort die Frage, ob wir dies für die andere Seite der Gleichung auch so hinbekommen.

2.1.3 Rechte Seite T, die Raumzeitdichte

Wir übertragen den Gedanken, einer Abbildung in der Raumzeit, auf die andere Seite der Gleichung. Dort haben wir zwei Elemente. Als erstes das kleine k . Dies ist eine Proportionalitätskonstante. Diese beinhaltet ausschließlich feste Werte und stellt damit, im mathematischen Sinn, nur eine feste Zahl mit der passenden Maßeinheit dar. Wir werden dieses k später untersuchen. Dann gibt es noch den Energie-Impuls-Tensor T . Dieser beinhaltet alles, was man als Masse-Energie-Äquivalent bezeichnet. Wie bei G auf die jeweiligen Dimensionen zueinander aufgeteilt.

Ohne es bemerkt zu haben, ist das Ziel schon erreicht. Dabei sieht es nach dem Gegenteil aus. Der Energie-Impuls-Tensor ist eine wilde Sammlung aus allem, was das Universum zu bieten hat ohne die Gravitation. Wie kann eine Gleichung mit einer Sammlung, von dermaßen unterschiedlichen Objekten, eine so klare Darstellung erhalten? Weil die Sammlung gar nicht so wild ist, wie diese aussieht. Wird drücken mal alle und ich meine damit auch wirklich alle mathematischen Augen und Hühneraugen zu und schauen uns die Gleichung als Vereinigung von ART und QFT an. G beschreibt die Gravitation und T sammelt den gesamten Teilchen-Zoo aus dem Standardmodell, zuzüglich Impuls, Ladungen usw. ein. Wir wissen, dass die Beschreibungen nicht übereinstimmen, und haben hier trotzdem ein Gleichheitszeichen stehen. Damit diese Gleichung funktioniert und sich der Unterschied zur QFT ergibt, muss die ART eine spezielle Sichtweise auf diese Sammlung annehmen. Die Unterschiede müssen normiert werden. Das geht wie immer über die Energie. Egal wie verschieden die Energiebeiträge aus dem Energie-Impuls-Tensor sind, die ART muss eine normierte Sichtweise annehmen. Die ART darf sich nur für zwei Dinge aus T interessieren. Die Menge an Energie und die evtl. vorhandene Ausrichtung auf die Dimensionen. Jegliche „innere Struktur“ eines Masse-Energie-Äquivalent (ist es ein Elektron, Photon, Proton usw.) muss ausgeblendet werden.

Der Einstein-Tensor verwendet nur die Raumzeit mit einer Verformung. Dann machen wir dies beim Energie-Impuls-Tensor auch so. An die geometrische Abbildung im Energie-Impuls-Tensor werden bestimmte Anforderungen gestellt. Die Gleichung muss weiterhin funktionieren und alle Aussagen der ART zur Gravitation müssen sich daraus ergeben. Für einen Teil der Aussagen muss bereits auf diesem Level die Abbildung zur QFT passen. Das klingt nach einer sehr schwierigen geometrischen Abbildung in der Raumzeit. Genau das Gegenteil ist der Fall. Wir werden eine, in einem bestimmten Raumzeitvolumen, gleichverteilte „Dichte“ der Raumzeit selbst annehmen. Die Verformung der Raumzeit für die Gravitation trägt den Namen Raumzeitkrümmung. Die Verformung der Raumzeit, welche die Quelle der Raumzeitkrümmung darstellt, nennen wir ab jetzt Raumzeitdichte. Dabei bezeichnet „Dichte“ diese Verformung an bestimmten Stellen sehr gut und an andere Stelle ist dies eher hinderlich. Irgendeinen Namen müssen wir vergeben.

Kraft souveräner Willkür => **Raumzeitdichte**.

Wir werden sehen, dass die Folgerungen aus dieser Annahme uns zu einer kompletten Beschreibung der Physik führen werden. Hätte mir jemand dies vor Entwicklung der DP gesagt, hätte ich diese Person für Verrückt gehalten. Dieser Ansatz hat, für die Überprüfung der DP, einen großen Vorteil. Es gibt für die Schlussfolgerungen fast keine Wahlmöglichkeit. Entweder die Logik und Mathematik ist richtig oder die gesamte Theorie fällt in sich zusammen. Es gibt nur sehr wenige Stelle, wo es noch einen Spielraum für „Erweiterungen“ gibt. Die Möglichkeiten wie bei anderen Theorien, mit kleineren Strukturen, höherer Energien, höheren Masse, weitere Teilchen usw. sind hier nicht gegeben.

Die einzige zusätzliche Annahme zur bekannten Physik ist die Raumzeitdichte. Was soll sich da schon groß ändern? Fast alles, ohne die Mathematik wirklich anpassen zu müssen. Wie gesagt, klingt schon etwas verrückt.

2.2 Raumzeitdichte

Wir haben die Raumzeitdichte in die Welt gesetzt. Dann sollten wir zwei Dinge als erstes erledigen:

- Eine genauere Definition, was diese Raumzeitdichte ist
- Auf hoher Flugebene eine erste Prüfung, ob sich die elementaren Eigenschaften der ART daraus ergeben.

2.2.1 Raumzeitkrümmung

Machen wir uns das Leben nicht schwerer als es ist und starten mit etwas bekannten. Die Raumzeitkrümmung ist seit über 100 Jahren bekannt und mathematisch gut verstanden. Die Raumzeitdichte ist die Quelle einer Raumzeitkrümmung. Damit können wir die Raumzeitkrümmung als Reaktion der Raumzeit auf die Raumzeitdichte sehen. Dieses Verhalten wird durch die Feldgleichungen beschrieben. Die Definition der Raumzeitdichte muss mit den bereits gegebenen Lösungen der Feldgleichungen übereinstimmen.

Wir benutzen in diesem Text immer die Lösung der Feldgleichungen nach Schwarzschild. Das hat Vorteile aber auch Nachteile. Der große Vorteil ist, dass diese Lösung die einfachste ist. Schwarzschild hat nur wenige Monate nach der Veröffentlichung von Einstein diese Lösung gefunden. Diese ist eine Vakuumlösung für nicht rotierende Massen. Wir sind uns sicher, dass dies eine starke Vereinfachung ist. Für unsere Zwecke aber ausreichend.

Damit wir die Lösung verstehen, müssen wir die Signatur der Raumzeit (- + + +) vollständig hinschreiben. Die Signatur ist nur eine Kurzform einer Metrik. Die Metrik der Raumzeit definiert zu den Feldgleichungen das Verhalten der Raumzeit. Wenn man so will, ist die Metrik die Lösung der Gleichung. 4 x 4 Einträge für alle verschiedenen Aufteilungen zwischen den Dimensionen. Für uns gleich extrem wichtig: Die Metrik ist die passende **Definition der Geometrie** für die Raumzeit. Schwarzschildmetrik:

$$\begin{array}{cccc} -c^2 \left(1 - \frac{r_s}{r}\right) dt^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & + \frac{1}{\left(1 - \frac{r_s}{r}\right)} dr^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & + r^2 d\theta^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & + r^2 \sin^2(\theta) d\phi^2 \end{array}$$

Keine Panik, sieht schlimmer aus als es ist. In der Diagonale dieser Matrix sieht man als erstes die Vorzeichen aus der Signatur (- + + +). Dahinter gibt es aber jeweils einen Term. Die beiden letzten Terme mit θ oder ϕ sind für uns gerade nicht relevant. Diese Lösung basiert auf Kugelkoordinaten. Die letzten beiden Angaben geben die Position auf einer Kugeloberfläche an. Wie auf der Erdoberfläche der Längen- und Breitengrad. Uns interessiert hier aber nur der Abstand, also der Radius dieser Kugeloberfläche und nicht die Position darauf. Bei der Gravitation in Kugelkoordinaten ist die Wirkung zum Glück nur vom Abstand abhängig. Damit sind nur noch die ersten beiden Terme interessant.

Der erste Term ist die Zeitdimension. Das sieht man durch dt^2 und dem Minus. Dieser Term wird aber mit ein c^2 multipliziert. Die Geschwindigkeit ist eine Länge durch Zeit und die Zeitdimension nur eine Zeit. Bleibt nach dem Kürzen nur noch eine Länge übrig. Die Zeitdimension wird in der mathematischen Betrachtung in eine Raumdimension umgewandelt. Es sind 4 Raumdimensionen. Wir bleiben bei der Bezeichnung aus den Lehrbüchern und sage trotzdem Zeitdimension. Das kleine r ist der Abstand von der Gravitationsquelle und das r_s ist der Schwarzschildradius. Der Ereignishorizont des Schwarzen Loches.

Der zweite Term ist der radiale Abstand zur Gravitationsquelle. Jetzt muss man kein mathematisches Genie sein, um zu erkennen, dass der zweite Term zum ersten Term der Kehrwert ist. Dies bedeutet, dass sich die Zeitdimension und die Raumdimension im gleichen Maße aber entgegengesetzt verhalten. Ist man von der Gravitationsquelle weit weg, dann ist der Abstand r von r_S groß und der Bruch geht gegen null. Damit steht in der Klammer eigentlich nur eine 1 und wir haben eine flache Raumzeit und keine Gravitation. Die Gravitation wird aber niemals exakt null. Das bedeutet für die Gravitation eine unendliche Reichweite. Nähert man sich r_S , dann geht der Bruch gegen 1. Beim Schwarzschildradius ist dieser exakt 1. Bei der Zeitdimension wird die Klammer zu null. Die Zeitdimension hat dann keine Ausdehnung/Länge mehr. Die Zeit steht für einen entfernten Beobachter still. Bei der radialen Raumdimension geht die Klammer auch gegen null. Bei null wird dann aber durch null dividiert und man erhält eine Singularität. Einen Wert von Unendlich oder besser nicht definiert. Das ist ein weiterer Nachteil der Schwarzschildmetrik. Bei anderen Metriken tritt diese Singularität am Ereignishorizont nicht auf. Man kann zeigen, dass dies nur eine Besonderheit dieser Metrik ist, ein mathematisches Artefakt. Da die Klammer bei der radialen Komponente im Nenner steht, geht die Ausdehnung/Länge vor dem Schwarzschildradius gegen Unendlich.

Spannt die Zeit- und die Raumdimension ein Rechteck auf passiert folgendes:

Bild 1

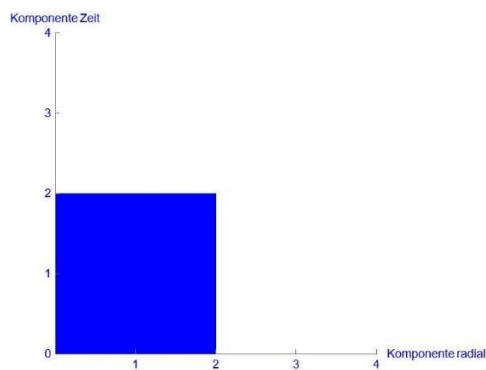


Bild 2

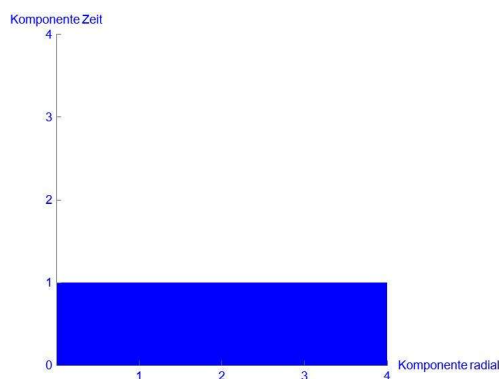


Abbildung 01 ist eine Raumzeit ohne Raumzeitkrümmung. Bei Abbildung 02 ist die Zeitkomponente, welche einer Raumkomponente entspricht, verkürzt und die radiale Raumkomponente ist verlängert.

Die Zeitdimension wird kleiner und die Raumdimension im gleichen Maße größer. Das Entscheidende in der Betrachtung ist, dass der Flächeninhalt des Rechteckes sich nicht verändert. Halbiert sich die Zeit, verdoppelt sich die Länge => Identische Fläche. Diese Betrachtung der Raumzeitkrümmung reicht aus, damit wir unsere Raumzeitdichte begründen können.

2.2.2 Warum eine Dichte?

Bleiben wir bei einem kugelsymmetrischen Beispiel. Wenn die radiale Raumkomponente in Richtung der Gravitationsquelle immer länger wird, wo geht dann diese zusätzliche Länge hin? Was man oft hört, ist: In die Raumzeitkrümmung. Wir wollen die Raumzeitkrümmung als Reaktion zur Raumzeitdichte beschreiben. Wir drehen daher die Argumentation um. Es ist einfacher, wenn wir annehmen, dass sich die Raumzeit der Gravitationsquelle mit irgendeiner Verformung verkürzt hat. Die Raumzeitkrümmung muss dies durch zusätzlich Länge ausgleichen. Wir gehen weiterhin von der Annahme aus, dass die Raumzeit ein Kontinuum ist. Wenn man so will, füllt die Raumzeitkrümmung, wegen der Kontinuität der Raumzeit, die fehlende Ausdehnung der Raumzeit zur Raumzeitdichte auf.

Bild 3

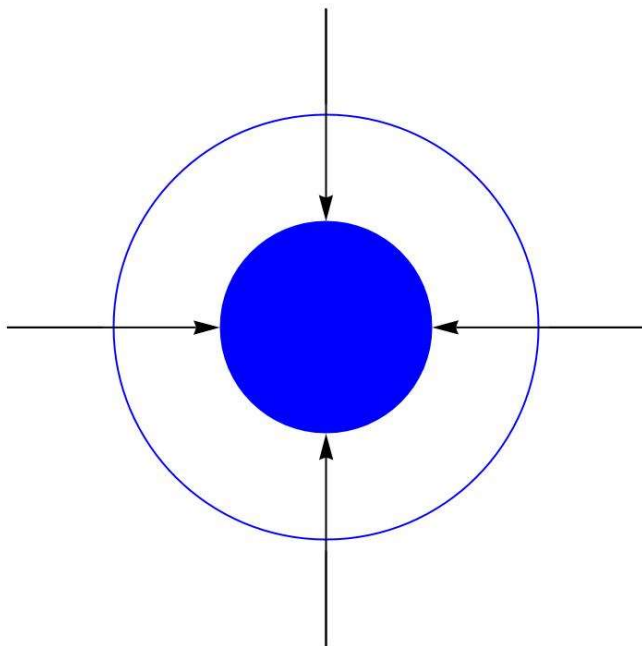


Abbildung 03: Die Raumzeitdichte hat die Raumzeit im Kreis zu Scheibe hin „verdichtet“. Im Raumzeitvolumen (Kreis) muss die Raumzeitkrümmung (Pfeile) Raumzeit in dieses Volumen durch Raumzeitkrümmung „nachschieben“, damit die Raumzeit zur Raumzeitdichte (Scheibe) ein Kontinuum bleibt.

Wir betrachten ein Raumzeitvolumen und haben noch die Kugelkoordinaten. Bei einem Raumzeitvolumen darf aber nicht nur eine Länge durch Verformung kürzer werden. Das gesamte Raumzeitvolumen der Gravitationsquelle muss kleiner werden. Wir gehen weiterhin vom identischen Verhalten der Raumzeit bei einer Verformung aus. Dann muss sich zu der radialen Raumdimension auch die Zeitdimension im gleichen Maße verändern. Hier nicht gegenläufig, sonst bekommen wir kein kleineres Volumen. In diesen Fall muss sich die Zeitdimension im gleichen Maße wie die Raumdimension verkürzen.

Bild 4

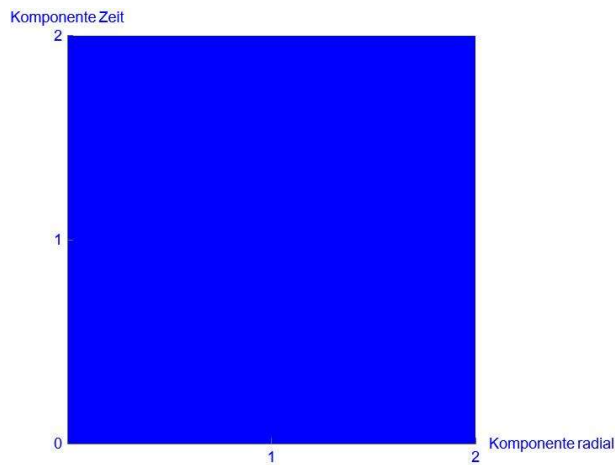


Bild 5

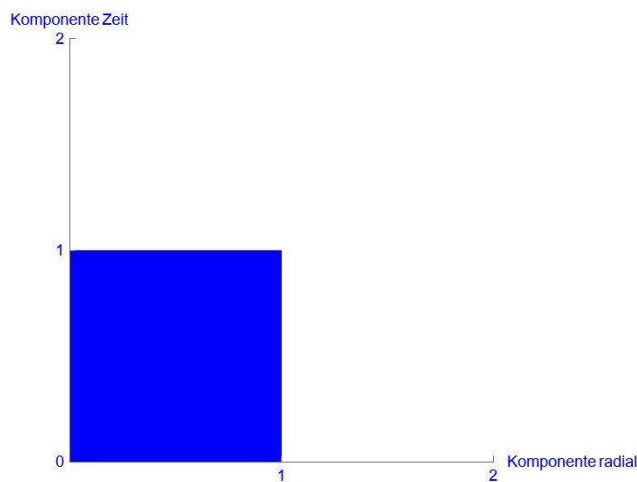


Abbildung 04 zeigt, eine Raumzeit ohne Raumzeitdichte. In Abbildung 05 muss sich die Raumzeit auf ein kleineres Volumen „verdichten“.

Die Verformung der Raumzeit für die Gravitationsquelle sieht wie eine „Dichte“ aus. Die vorher größere Fläche muss nun auf einer kleineren Fläche untergebracht werden.

Daher der Name: **Raumzeitdichte**

2.2.3 Was wird in einer Raumzeit dichter?

Wie muss man sich diese Dichte vorstellen? Bei einem Material, wie z.B. einen Schwamm, kann man diesen zusammenquetschen und eine Dichte sehr einfach erkennen. Passiert dies mit der Raumzeit auch? Klares, nein! Bei einer Dichte nimmt man gerne die Analogie einer Substanz. In einer Substanz kann man die Dichte von außen erkennen und auch in der Substanz selbst feststellen. Wie bei dem Schwamm. Die Raumzeit lässt sich doch Verformen.

Raumzeitkrümmung, Raumzeitdichte, Expansion, Verdrehen der Raumzeit um ein Schwarzes Loch oder Gravitationswellen, klingt doch alles stark nach einer veränderbaren Substanz. Diese Analogie ist wie das Wort Dichte. Mal passt es und dann wieder nicht. Genau hier passt weder Substanz noch Dichte. Denn es wird nichts „gequetscht“. Wir haben in den Bildern oben einfach die Längen gekürzt. Das passiert nicht. Was wirklich passiert ist, dass sich die **Definition der Geometrie** verändert hat.

Wir zeichnen die zwei Bilder zur Raumzeitdichte nochmal mit den richtigen Einteilungen auf den Koordinaten. Dann sieht es so aus:

Bild 6

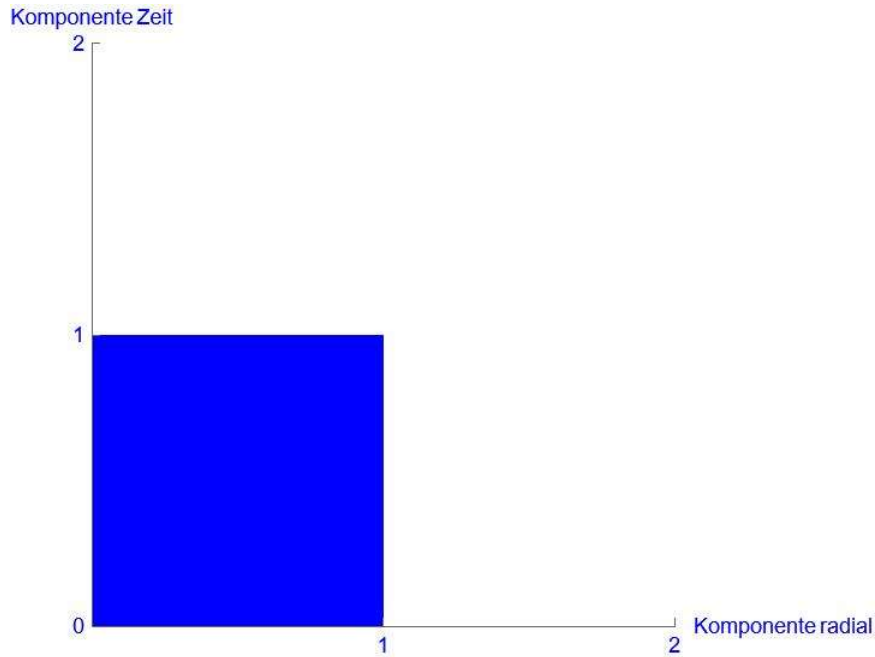


Bild 7

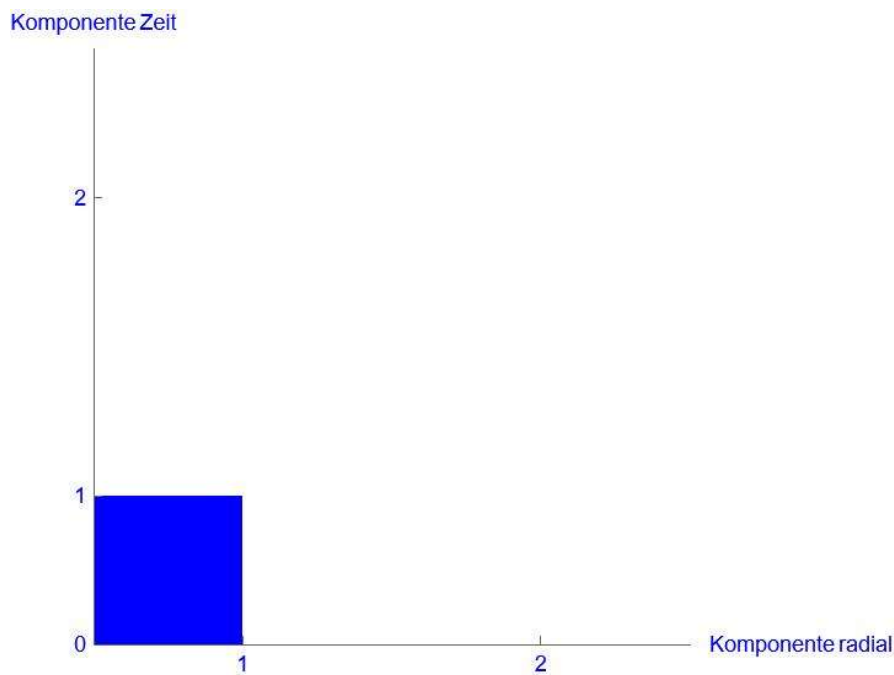


Abbildung 06 zeigt, eine Raumzeit ohne Raumzeitdichte. Abbildung 07 hat einen anderen Maßstab. Hier ist die Längeneinheit von 0 zu 1 in der Raumzeitdichte anders definiert als außerhalb der Raumzeitdichte, z.B. von 1 zu 2.

Sehen Sie den Unterschied. Der Schritt einer Längeneinheit bleibt in beiden Bildern eine 1. Was sich hier wirklich verändert hat ist, wie für eine Raumdimension ein Meter und für die Zeitdimension eine Sekunde **definiert** ist. Dies nur innerhalb der Raumzeitdichte. Das bedeutet, dass man in jedem Rechteck die Fläche 1 hat. Lokal keine Veränderung. Nur im Vergleich zwischen den Rechtecken kann man erkennen, dass damit die **Definition** von Zeit und Länge unterschiedlich sein muss.

Die Raumzeitdichte ist eigentlich eine „**Dichte der Definition der Geometrie der Raumzeit**“ oder eine „**Dichte der Raumzeitdefinition**“. Das werden lange Bezeichnungen oder undurchsichtige Abkürzungen. Wir bleiben bei Raumzeitdichte. In alten Versionen der DP oder den Videos auf dem YouTube Kanal „Dimensionale Physik“ habe ich versucht die Abkürzung DRD für Dichte der Raumzeitdefinition einzuführen. Einfach wieder vergessen, sorry dafür.

Fünf Mal fettgedruckt „**Definition**“. Ich hoffe das hat sich eingepägt. Es wird nichts verdichtet wie bei einer Substanz. In der Metrik der Raumzeit gibt es keine klassische Dehnung oder Dichte. Die Definition, was die Längeneinheit 1 Meter oder die Zeiteinheit 1 Sekunde ist, wird verändert. Diese kürzere Definition ist die höhere Dichte. Nur mit der Sichtweise über die Definition können wir später ein Relativitätsprinzip aufbauen, bei dem lokal keine Veränderung festgestellt werden kann.

Wir können diesen auch beim Schwamm machen.

Bild 8



Bild 9

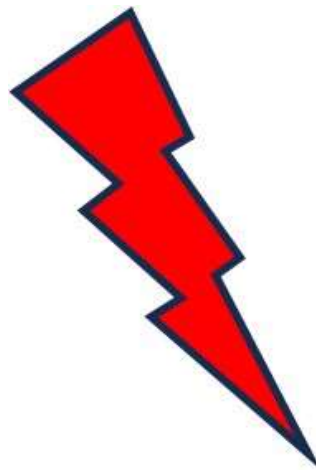


Abbildung 08 und Abbildung 09 zeigen keine Raumzeit, sondern eine Substanz. Der Schwamm als Substanz mit mehr Dichte.

Bild 10



Bild 11



In Abbildung 10 müssen wir uns den Schwamm wegdenken und nur noch den schwarzen Strich als Längendefinition sehen. In der Abbildung 11 ist dann nur die Längendefinition (ohne den Schwamm) verändert.

Das eben gesagte zur Raumzeitdicke gilt auch für die Raumzeitkrümmung. Hier die Raumzeitkrümmung mit den richtigen Einteilungen bei der Zeichnung

Bild 12

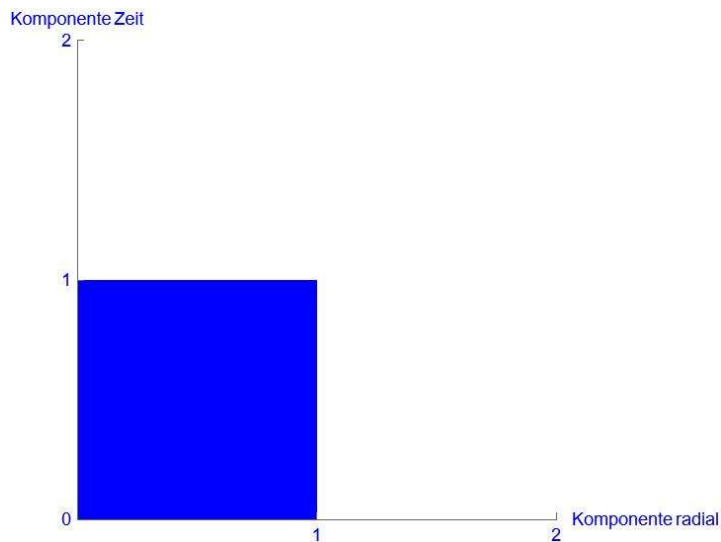
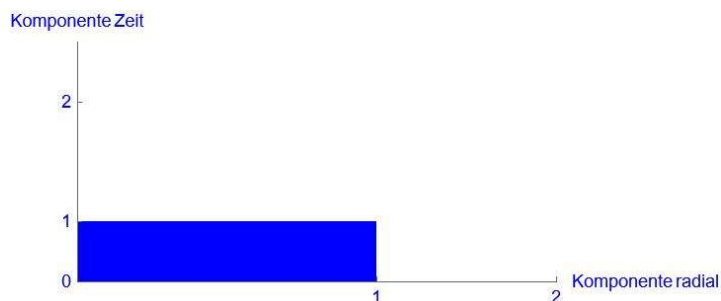
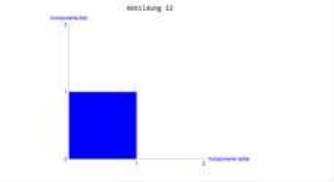
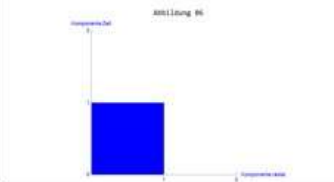
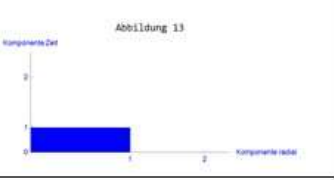
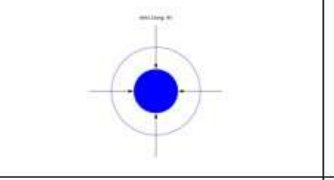
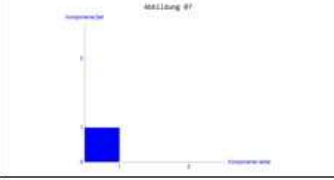


Bild 13



In Abbildung 12 und 13 ist die Raumzeitkrümmung mit dem richtigen Maßstab.

Es gibt noch mehr Namen zu definieren. In der SRT ist man bei den einzelnen Komponenten auf Längenkontraktion und Zeitdilatation gekommen. Diese Bezeichnungen benutzen wir genau so weiter. Für die Raumzeitdicke auf der Zeitdimension die Zeitdilatation und auf der Raumdimension die Längenkontraktion. Bei der Raumzeitkrümmung wird die Zeitdimension auch kleiner definiert, damit ist dies eine Zeitdilatation. Für die Veränderung der Raumdimension bei der Raumzeitkrümmung gibt es aber keine separate Bezeichnung. Hier wird dann oft direkt der Begriff Raumzeitkrümmung benutzt. Raumzeitdicke und Raumzeitkrümmung verwenden wir ab jetzt nur noch für das Verhalten der gesamten Raumzeit. Damit wir in der gleichen Syntax bleiben, werden wir für die Veränderung auf der Raumdimension bei der Raumzeitkrümmung den Begriff Längenrelaxation benutzen.

ART aus Sicht der DP		
$G_{\mu\nu} = k * T_{\mu\nu}$		
Verformung	=	Alles ist Raumzeit = Verformung
Homogene Raumzeit		Homogene Raumzeit
		
Raumzeitkrümmung Zeitdilatation Längenrelaxation		Raumzeitdichte Zeitdilatation Längenkontraktion
		
Keine Veränderung der Raumzeitdichte inhomogen		Veränderung der Raumzeitdichte homogen

2.2.4 Kleiner philosophischer Einschub

Jedes Individuum, ein Planet oder auch jedes einzelne Elementarteilchen sind eine Raumzeitdichte in nur einem einzigen Objekt, der Raumzeit. Diese ist kontinuierlich. Es gibt keine Grenzen innerhalb einer Raumzeit. Laut der DP sind wir alle zusammen und physikalisch vollkommen korrekt nur unterschiedliche Raumzeitdichten eine einzige Raumzeit. Damit stellt dieser Ansatz den wohl stärksten kollektiven Gedanken dar, denn wir ansetzen können.

Die QFT wird dazu eine etwas andere Meinung haben. Für die ART stimmt dies aber zu 100%. Diesen kollektiven Gedanken sollten wir immer im Kopf haben, wenn wir Umgang mit anderen Individuen haben. Laut der DP ist dies immer ein Umgang mit uns selbst. Der Gedanke ist genauso schön wie auch beängstigend.

2.3 Erste Prüfung

Am Ende dieses Kapitels wollen wir unsere Annahme der Raumzeitdichte auf hoher Flugebene prüfen. Wir müssen nur auf Grund der Geometrie das Verhalten der ART erklären können. Die Mathematik, das Wie wird nicht geändert. Unser Ziel ist es das Warum zur Mathematik erklären zu können. Die Annahmen, welche zur SRT und ART führten, Relativitätsprinzip, Lichtgeschwindigkeit und das Äquivalenzprinzip werden in separaten Kapiteln besprochen. Das wird die eigentliche Prüfung werden. Diese Annahmen müssen wir aus unserem Ansatz heraus erzeugen können. Diese können wir nicht wieder verwenden, sonst erhalten wir einen Ringschluss. Der Startpunkt war bereits die ART. Gehen wir einige Punkte durch.

2.3.1 Ausrichtung der Gravitation

Die Raumzeitkrümmung ist bei uns die Reaktion der Raumzeit auf die Raumzeitdichte. Da sich die Raumzeitdichte „zusammenzieht“, muss die Raumzeit als Kontinuum dies ausgleichen. Die Raumzeitkrümmung muss sich zwingend in Richtung der Raumzeitdichte ausrichten. Die Raumzeitdichte hat im ersten Ansatz keine Richtung. Eine Dichte kann gleichverteilt über das Volumen beschrieben werden.

2.3.2 Gegenseitige Aufhebung

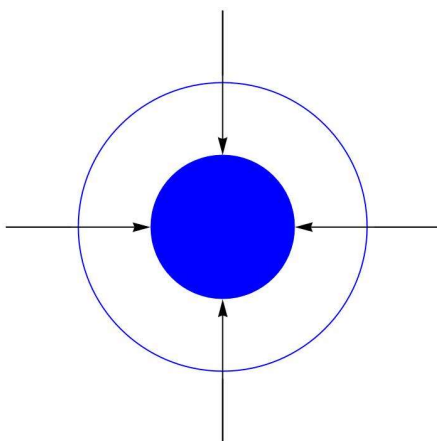
Wir können die Formel der Feldgleichungen umstellen. Wir bringen den Einstein-Tensor auf die gleiche Seite wie der Energie-Impuls-Tensor. Diese Umformung ist für jede beliebige Gleichung erlaubt.

$$0 = k * T_{\mu\nu} - G_{\mu\nu}$$

Jetzt müssen sich die Raumzeitdichte und die Raumzeitkrümmung gegenseitig aufheben. Ein Vorzeichenwechsel für eine geometrische Abbildung ist immer ein Richtungswechsel. Damit zieht nun die Raumkrümmung von der Raumzeitdichte weg. Die Raumzeitdichte wird nun durch die Raumzeitkrümmung „auseinandergezogen“ (Die Verdichtung löst sich auf). Dies ist für die Raumzeit in Summe keine Veränderung, also gleich null.

2.3.3 Unendliche Reichweite

Dazu holen wir uns nochmal die Abbildung 03. Das Bild gut einprägen, wir brauchen es noch öfters.



Wir sehen, dass die Raumzeitkrümmung die Raumzeit zur Raumzeitdichte hin verformt. Damit muss die Raumzeit außerhalb des Ringes in Richtung Raumzeitdichte gezogen/verformt werden. Die Raumzeit ist ein Kontinuum und darf nicht „reißen“.

Verformt sich etwas in eine Richtung, dann muss der Nachbarbereich sich auch in diese Richtung verformen. Dann muss wieder der Nachbarbereich des Nachbarbereichs sich verformen usw. Daher muss die Raumzeitkrümmung eine unendliche Reichweite aufweisen.

Die Wirkung der Gravitation fällt mit der Entfernung ab. Diese muss stärker als linear abfallen. Mit der Entfernung, von einer Raumzeitdichte weg, kann die Raumzeitkrümmung auf ein immer größer werdendes Raumzeitvolumen zugreifen, dass sich mit verformen muss. Daher muss die Abschwächung in unserer 3D Raumzeit mit dem Abstandsquadrat erfolgen. In der entgegengesetzten Richtung der Gravitation kommt auf eine Raumdimension 1D ein Zuwachs an Volumen um zwei Raumdimensionen dazu. Wenn wir den blauen Ring als Kugelschale in 3D betrachten, dann können wir immer weitere größere Kugelschalen um die Raumzeitdichte legen. Der Radius der Fläche r auf welcher die Gravitation wirkt, wächst linear. Die Fläche wächst aber mit r^2 .

2.3.4 Raumzeitkrümmung ohne Veränderung der Dichte

Wir bleiben weiter bei der Abbildung 03. Wir können sehen, dass die Raumzeit zur Raumzeitdichte mit der Raumzeitkrümmung „nachschieben“ muss. Die Raumzeit muss hier ausgleichen. Dann macht für die Raumzeit nur Sinn, wenn das Nachschieben durch die Raumzeitkrümmung so gemacht wird, dass sich bis zur Gravitationsquelle hin die Raumzeitdichte der umgebenden Raumzeit durch die Raumzeitkrümmung nicht verändert. Die Raumzeitkrümmung muss daher eine Verformung der Raumzeit sein, welche selbst keine Veränderung der Raumzeitdichte erzeugt. Aus dem Ansatz mit der Raumzeitdichte heraus muss die Raumzeitkrümmung das bekannte Verhalten (Fläche bleibt gleich) zeigen.

2.3.5 Keine Auflösung der Raumzeitdichte

Wir bleiben weiter bei der Abbildung 03. Wir können sehen, dass die Raumzeit zur Raumzeitdichte mit der Raumzeitkrümmung „nachschieben“ muss. Die Raumzeit muss hier ausgleichen. Richtig! Der Anfang wiederholt sich. Das ist kein Fehler. Die Aussagen brauchen wir hier nochmal.

Die Raumzeitkrümmung muss die Lücke zwischen Ring und Scheibe ausgleichen. Das bedeutet aber auch, dass die Raumzeitkrümmung explizit nicht in die Raumzeitdichte hinein ausgleichen darf. Für die Raumzeitkrümmung ist an der Grenze der Raumzeitdichte das Ende erreicht. In der Raumzeitdichte ist schon zu viel Raumzeit vorhanden. Da darf die Raumzeitkrümmung nicht hineinreichen und das Problem verschlimmern.

Wichtig! Die Raumzeitkrümmung ist nicht dazu da, die Raumzeitdichte auszugleichen. Diese muss auf Grund der Kontinuität der Raumzeit die fehlende Länge bis zur Raumzeitdichte hin ausgleichen. Die Raumzeitkrümmung soll die Raumzeitdichte nicht auflösen. Für die Raumzeitkrümmung ist nur die Menge an Raumzeitdichte interessant, da durch eine größere Raumzeitdichte eine größere Lücke ausgeglichen werden muss. Ob die Raumzeitdichte einen „inneren“ Aufbau besitzt, ist für die Raumzeitkrümmung und damit für die ART vollkommen egal. Die QFT wird dann genau diesen „inneren“ Aufbau beschreiben.

Die Raumzeitkrümmung ist ein Ausgleich einer „Raumzeitlücke“, hervorgerufen durch die Raumzeitdichte. Die Raumzeitdichte selbst wird durch die Raumzeitkrümmung nicht verändert. Die Raumzeitkrümmung endet an der Grenze der Raumzeitdichte. Hier kann man schon erkennen, wie wir später die Singularität in der ART loswerden. Eine Raumzeitdichte ohne ein Raumzeitvolumen macht wenig Sinn. Kein Volumen, keine Dichte, keine Gravitation damit keine Singularität auf Grund der Gravitation. Wir werden die mathematische Abstraktion eines Punktes und damit die Singularität im Kapitel 3 „Grenzen der Raumzeit“ ausführlich besprechen.

2.3.6 ART nicht linear vs. QFT linear

Wir bleiben weiter bei der Abbildung 03. Wir können sehen, dass die Raumzeit zur Raumzeitdichte mit der Raumzeitkrümmung „nachschieben“ muss. Die Raumzeit muss hier ausgleichen. Ja, nochmal!

Was wir auch noch erkennen können, ist, dass sich die Raumzeit im Kreis durch höhere Raumzeitdichte, auf die Scheibe verdichtet hat. Die Raumzeitdichte selbst ist für die ART in der Scheibe egal. Die Menge an Raumzeitdichte bestimmt die Größe der Scheibe und dies interessiert die Raumzeitkrümmung. Damit kann die Raumzeitdichte in der Scheibe gleichverteilt angenommen werden. Die Beschreibung der Raumzeitdichte kann dadurch in einer linearen Beschreibung erfolgen. Das wird einer der Gründe werden, warum man die QFT linear beschreiben kann.

Bei der ART ist dies nicht der Fall. Die Raumzeitkrümmung selbst verändert bei sich nicht die Raumzeitdichte. Wie wir aber sehen, „schiebt“ die Raumzeit durch Raumzeitkrümmung weitere Raumzeit zur Raumzeitdichte hin nach. Das bedeutet, dass sich durch die Raumzeitkrümmung im Kreis die Raumzeitdichte wieder etwas erhöht hat. Damit haben wir einen selbstverstärkenden Effekt. Die mathematische Beschreibung der ART darf auf keinen Fall linear ausfallen.

Der Wunsch aller Physiker ist, dass sich bei einer Vereinigung der ART mit der QFT, aus einem Ansatz der QFT heraus, die ART evtl. auch linear beschreiben lässt. Lineare Beschreibungen lassen sich einfacher lösen. Bei der QFT ist die Beschreibung linear aber von Grund auf extrem kompliziert. Nur weil dies eine lineare Beschreibung ist, lässt sich darin überhaupt irgendetwas berechnen. Die Beschreibung der ART ist nicht so kompliziert und mathematisch sehr gut verstanden. Die ART ist aber leider nicht linear. Somit sind in beiden Bereichen die Supercomputer damit beschäftigt Näherungslösungen zu berechnen.

2.3.7 Bindungsenergie

Zum Abschluss wählen wir noch ein Thema aus, das nicht zur ART gehört. Wir wollen sehen, dass der Dichteansatz auch in anderen Bereichen der Physik trägt. Dafür wählen wir etwas aus, das es in vielen verschiedenen Formen gibt. Wir wollen ein großes Spektrum abdecken. Zusätzlich wählen wir etwas aus, wo niemand ein Problem sieht. Die Sichtweise in der Physik soll sich grundlegend ändern. Damit sind auch Bereiche gemeint, die man vermeintlich als „Verstanden“ abgehakt hat. Die Wahl ist auf die Bindungsenergie gefallen.

Die Bindungsenergie gibt es im Atomkern, der Atomhülle, zwischen Atomen oder Molekülen. Sogar die Abgabe von Energie, bei der Verschmelzung von zwei Schwarzen Löchern, kann nach diesem Schema erklärt werden. Das Gesamtgebilde hat zusammen weniger Energie als die Einzelteile vor der Bindung. Wir nehmen hier als Beispiel die Fusion von Wasserstoff zu Helium. Es gibt mehrere Prozesse in der Sonne, wie sich Wasserstoff zu Helium verwandelt. Wir vereinfachen den Prozess sehr stark. Das ist für unsere Zwecke mal wieder ausreichend.

Wir gehen davon aus, dass sich Wasserstoff H_1 in Wasserstoff H_3 verwandelt und dieser dann zu Helium He_4 fusioniert. Dabei interessiert uns eigentlich nur das Endergebnis, der Heliumkern.

Die QFT rechnet uns exakt aus, mit welcher Wahrscheinlichkeit diese Fusion stattfindet und welche Energie dabei freigesetzt werden muss. In welcher Form die Energie abgegeben wird ist hier nicht relevant. Wir starten unser Fragespiel: Warum? Dann erhält man oft zwei Antworten.

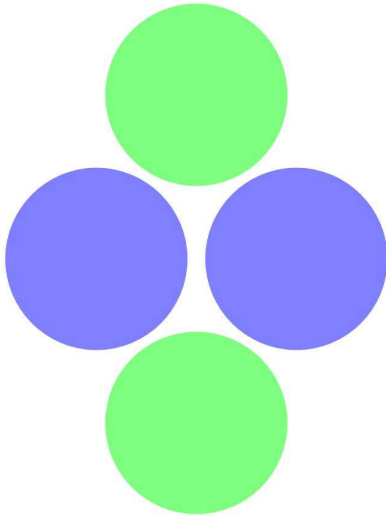
- Systeme mit weniger Energie sind stabiler und alle Systeme wollen auf ein stabiles und damit niedriges Energieniveau.
- Die QFT bestimmt mit ihren Berechnungen, dass dies so passieren, muss.

Leider sind dies keine Antworten auf die Frage. Warum ein stabile Energieniveaus, Entropie? Das Fragespiel kann man hier lange betreiben. Für uns wichtig: Mathematik ist für die Physik eine konsistente Beschreibung der Natur durch ein passendes Modell. Mit diesem Modell können wir Untersuchungen machen und Vermutungen anstellen. **Die Mathematik wird aber niemals in der realen Natur etwas erzeugen oder erzwingen!** Das Warum muss diese Frage klären und die Modellbeschreibung kann dann ein passendes Wie dazugeben.

Wie wollen wir dies mit Raumzeitdichte erklären. Die zwei H_3 Bausteine müssen für eine Bindung eine räumliche Nähe haben. Bindung funktioniert nur bei einer räumlichen Nähe. In diesen Fall müssen sich die zwei Bausteine so nahekommen, dass die starke Kernkraft eine Wirkung erzeugen kann. Der genaue Ablauf welche Nukleonen miteinander reagieren dürfen, klären wir später in der QFT.

Hier geht es darum, dass im Endergebnis 2 Protonen und 2 Neutronen einen Heliumkern bilden. Für die Darstellung nimmt man in den Lehrbüchern oft eine Kugel je Nukleon. Das versuchen wir hier auch. Das ein Proton oder ein Neutron selbst wieder zusammengesetzte Systeme sind blenden wir hier aus.

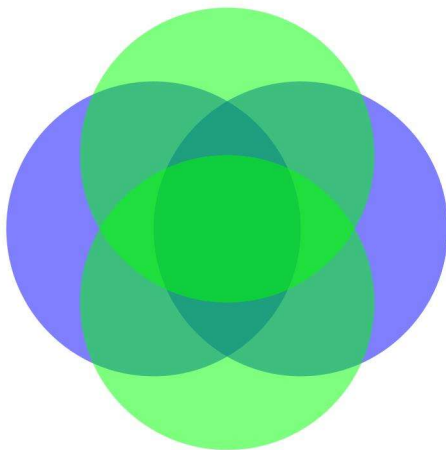
Bild 15



Jetzt wissen wir, dass der Heliumkern so auf keinen Fall aussieht. Experimente haben ergeben, dass ein Atomkern eher wie eine einzige Kugel mit Ausbeulungen aussehen muss. Die Berechnungen der QFT bestätigen dies. Wie kommen wir von 4 einzelne Nukleonen auf eine Kugel, welche nicht sehr viel größer sein soll als die einzelnen Nukleonen? Zum Glück haben wir unsere Raumzeitdichte.

Eine Raumzeitdichte ist kein Gebilde mit einer abgeschlossenen Grenze. Alles ist Raumzeit. Damit können sich einzelne Raumzeitdichte überlagern. Daher funktionieren Bindungen immer nur ab einer gewissen räumlichen Nähe. Für uns sieht der Heliumkern eher so aus.

Bild 16



Die einzelnen Nukleonen sind eine Raumzeitdichte. Eine Raumzeitdichte kann sich überlagern. Jedes einzelne Nukleon hat mit der Überlagerung **zu viel Raumzeitdichte**, um ein Proton oder Neutron zu sein. Damit die Nukleonen auf ihrem Niveau der Raumzeitdichte bleiben können, muss ein Teil der Raumzeitdichte weg. Es ist zu viel da! Die Nukleonen wollen nicht auf ein niedrigeres Energieniveau. Die Nukleonen müssen auf ihrem festgelegten Energieniveau bleiben. Wollen wir diesen Kern in seine Bestandteile zerlegen, so müssen wir die fehlende Raumzeitdichte wieder zuführen. Damit erklärt der Ansatz mit einer Raumzeitdichte die Bindungsenergie sehr einfach. Zur Bindungsenergie gibt es eine kleine Übersicht.

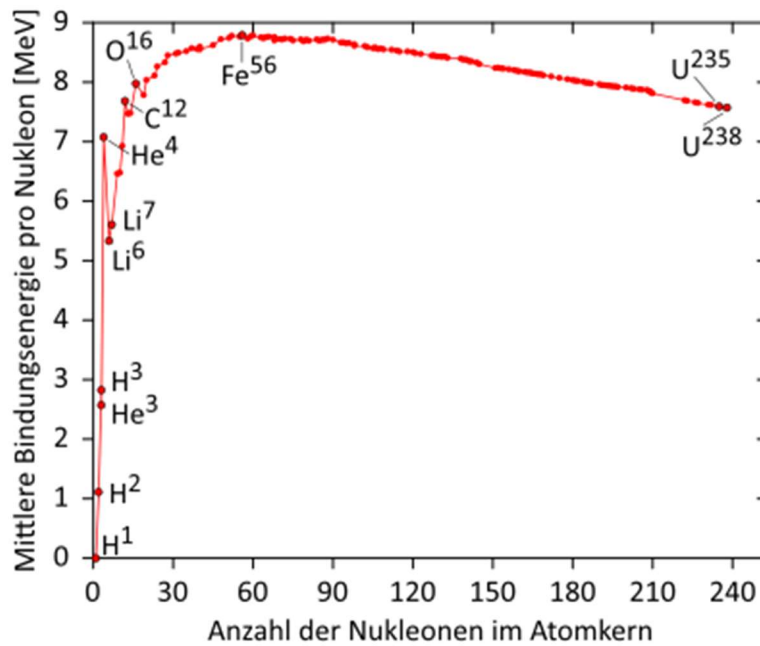


Abbildung 17 zeigt die die Bindungsenergie je Atomkern.

Quellenverweis: <https://lp.uni-goettingen.de/get/text/6933>

Wie wir sehen können, steigt die Bindungsenergie bei wenigen Nukleonen sehr stark an. Das macht Sinn, da an Anfang mit jedem einzelnen Nukleon eine neue große Schnittmenge der Raumzeitdichte erzeugt wird. Je mehr Nukleonen bereits im Atomkern vorhanden sind, umso geringer fällt die neue Schnittmenge zwischen den Raumzeitdichten aus.

Bei einer bestimmten Anzahl an Nukleonen kann die Bindungsenergie wieder abfallen. Die Abstoßung durch die Ladung sorgt dafür, dass sich die Nukleonen nicht beliebig überlagern können. Daher kann es durch die Geometrie der Überlagerung auch weniger Bindungsenergie geben, wenn ein neues Nukleon dazukommt. Bei Eisen Fe_{56} ist dann Schluss. Jedes neue Nukleon verursacht durch die Veränderung der Schnittmengen zwischen den Raumzeitdichten eine geringere Schnittmenge.

Zusätzlich gibt es sogenannte „magische Zahlen“ 2, 8, 20, 28, 50 und 82. Diese Anzahl an Nukleonen scheint eine sehr stabile Bindung zu haben. Laut QFT ergibt sich, bei der „Deformation“ des Atomkerns, bei diesen Zahlen eine fast exakte Kugel, für den gesamten Atomkern. Eine glatte Kugel als Ganzes hat die höchstmögliche Schnittmenge der Nukleonen.

Wie wir sehen, können wir mit dem Ansatz einer Raumzeitdichte auch in Bereichen außerhalb der ART das Warum erklären. Damit schließen wir dieses Kapitel und schauen uns die wichtigste Schlussfolgerung aus der Raumzeitdichte an.

3 Grenzen der Raumzeit (Raumzeitstruktur)

In diesem Kapitel werden wir die wichtigste Schlussfolgerung aus der Annahme der Raumzeitdichte herleiten. Unsere und jede andere Raumzeit besitzt Grenzen. Diese Grenzen haben nichts mit einer Größe, Länge oder Volumen zu tun. Diese ergeben sich durch eine Raumdimension mehr oder weniger in einer Raumzeit. Das wird uns zu zwei Folgerungen führen, die in Ihren Aussagen nicht unterschiedlicher sein können.

- QFT und niederdimensionale Grenze: Es gibt unendlich viele niederdimensionale Raumzeiten, mit unterschiedlichen Raumzeitkonfigurationen. Diese werden durch die QFT abgebildet und erzeugen das gesamte Standardmodell der Teilchenphysik mit den Wechselwirkungen. Das Ganze bei gleichbleibender Mathematik. Die Raumzeitkonfigurationen sind die Felder der QFT. Es wird bei dem Übergang der Dimensionsgrenzen ein neues Verbot für Berechnungen hinzukommen. Für die QFT ist dies das perfekte Ergebnis.
- Kosmologie und höherdimensionale Grenze: Es gibt unendlich viele gleichdimensionale und mindestens eine höherdimensionale Raumzeit. Für Erklärungsansätze in der Kosmologie, öffnet dies die Büchse der Pandora. Wir erhalten dadurch einen riesigen Lösungsraum für Ideen, was z. B. Dunkle Materie, sein könnte. Das ist fast das schlechteste mögliche Ergebnis.

Diese Folgerungen ergeben sich aus den Grenzen der Raumzeiten heraus zwingend. Wir müssen mit den Folgerungen leben, egal ob uns diese passen oder nicht. Die Kosmologie erhält ein eigenes Kapitel in Teil 2 und die QFT ist Teil 3. In diesem Kapitel geht es nur um die Grenzen und Struktur unserer Raumzeit. Das ist bereits genug für ein eigenes Kapitel.

3.1 Raumzeit als Substanz oder Objekt

Die Raumzeit als Objekt oder Substanz hatten wir schon mal kurz im letzten Kapitel. Es ist seit Einstein ein beliebter Streitpunkt, ob Raumzeit irgendetwas reales oder nur eine abstrakte mathematische Betrachtung ist. Damit wir den Ansatz mit der Dichte besser verstehen wählen wir die Idee mit der Substanz oder besser als ein einziges Objekt. Das beste Argument für eine Substanz ist die Raumzeitexpansion.

Beispiel: Ist der Raum zwischen unserer Galaxie und einer weit entfernten Galaxie nur eine mathematische Abstraktion, dann müssen sich die Galaxien ab dem Hubble-Horizont mit Überlichtgeschwindigkeit voneinander entfernen. Wenn wir eine Überlichtgeschwindigkeit für Objekte mit einer Ruhemasse verhindern wollen, dann darf die Raumzeit keine reine mathematische Abstraktion sein. Soll eine Entfernung und damit Raumzeit nur eine Abstraktion sein, können wir keine Bewegung von Objekten in unterschiedliche Bereiche zerlegen. Das kann nur vermieden werden, wenn die Raumzeit als Substanz zusätzlich expandiert. Die Überlichtgeschwindigkeit liegt dann nicht in der Raumzeit (Abstrakte Entfernung), sondern die Raumzeit selbst hat diesen Bewegungszustand. Dies ist kein Problem für die ART. Wie gesagt: Krümmung, Dichte, Expansion, mit drehen bei einem Schwarzen Loch und Gravitationswellen. Unsere Raumzeit scheint sehr „formbar“ zu sein. Das muss eigentlich eine Substanz sein. Es gibt allerdings Stellen, wo wir mit dieser Analogie ein Problem haben:

- Bei der Definition der Raumzeitdichte als „Definition der Dichte der Raumzeitgeometrie“. Hier ist die Analogie mit einer Substanz eher hinderlich. Die Dichte der Raumzeit entspricht nicht der Dichte einer Substanz. Es ist die Dichte einer Definition der Geometrie.

- Ähnliches Problem später bei der SRT mit der Längenkontraktion. Wie soll eine Länge in der Raumzeit für jeden unterschiedlichen Beobachter eine echte unterschiedliche Länge haben? Eine unterschiedliche Zeit für verschiedene Beobachter ist inzwischen akzeptiert. Ist auch gut so, da dies dem experimentellen Befund entspricht. Nur ist die SRT eindeutig. Wenn es eine reale unterschiedliche Zeit für die Beobachter gibt, dann muss auch die Länge für verschiedene Beobachter eine reale unterschiedliche Länge haben. Das werden wir im Kapitel SRT leicht erklären können. Ist aber für eine Substanz nur schwer vorstellbar.
- Bei der Grenze der Raumzeit funktioniert die Substanz oder das Objekt auch nicht gut. In unserer Alltagserfahrungen hat jedes Objekt eine Grenze und ist in einen weiteren umliegenden Raum eingebettet. Dies ist bei der Raumzeit so nicht richtig. Die Raumzeit hat eine Grenze ohne einen gleichdimensionalen umliegenden Raum. Weil die Grenze in der Struktur der Raumzeit und nicht in der Größe oder Ausdehnung liegt.

Die Punkte lassen sich alle durch dadurch beheben, dass die Raumzeit die Geometrie definiert und damit bestimmt, ob eine Länge oder Zeit überhaupt existiert. Außerhalb einer Raumzeit existiert keine Geometrie. Raumzeit ist eine separate Objektklasse für sich. Um die Argumentation besser verfolgen zu können gehen wir von der Analogie einer Substanz aus.

3.2 Raumzeitdichte extrem

Bei der Untersuchung einer Beschreibung macht man am Anfang oft folgende Betrachtung: Was passiert bei null oder bei unendlich? Wir schauen uns die extreme einer Raumzeitdichte an.

3.2.1 Raumzeitdichte gegen unendlich

Fall 1 => unendlich: Die Zeit- und Raumdimension gehen gleichmäßig gegen null. Damit wird die Raumzeitdichte immer größer und geht gegen unendlich. Da beide Dimensionen gegen null gehen, muss der Anstieg der Raumzeitdichte mindestens quadratisch ausfallen. Zusätzlich muss es für das „kleiner werden“ der Zeit- und Raumdimension eine nicht überschreitbare Grenze geben. Wenn wir bei den Dimensionen bei null angelangt sind, ist Schluss. Weiter kann es nicht gehen. Kurz vor dieser Grenze geht die Raumzeitdichte aber gegen unendlich.

Eine Raumzeitdichte, welche alle 3 Raumdimensionen unserer Raumzeit belegt, kann diese Grenze niemals erreichen. Eine gegebene Raumdimension kann nicht einfach verschwinden. Wir müssten eine unendliche Raumzeitdichte erzeugen können. Wir werden sehen, dass eine Raumzeitdichte von null oder unendlich keinen Sinn ergeben. Der Umkehrschluss: Eine Raumzeitdichte, welche nur 2 Raumdimensionen belegt und keiner Wechselwirkung unterliegt, muss sich immer auf genauer dieser nicht überschreitbaren Grenze befinden. Hier kann nicht einfach eine Raumdimension erzeugt werden. Das Fehlen einer Raumdimension ist das entscheidende Merkmal für diese Grenze. Damit kann es Raumzeitdichten geben, welche nicht unendlich groß sind aber trotzdem auf dieser Grenze existieren.

Was wir brauchen, ist nun klar. Eine absolute Grenze, welche von bestimmten Objekten nicht erreicht werden kann und für andere die Existenzbedingung ist. Zusätzlich brauchen wir eine Zeitdilatation gegen null und eine Längenkontraktion gegen null. Das kennen wir doch, genau die Lichtgeschwindigkeit. Wir werden sehen, dass die Lichtgeschwindigkeit zur Struktur der Raumzeit gehört und damit eine der wichtigsten Naturkonstanten überhaupt ist.

3.2.2 Raumzeitdichte gegen null

Fall 2 => null: Wir wollen die Raumzeitdichte gegen null gehen lassen. Dafür müssen Zeit- und Raumdimension ihre Definition von Länge und Zeit gegen unendlich gehen lassen. Zeitrelaxation und Längenrelaxation. Diese Namen hatten wir so festgelegt. Diese „Gegenbewegung“ zur Raumzeitdichte wird im Kapitel zur Kosmologie nochmals wichtig.

In diesem Kapitel ist diese Aussage interessant. Wir erhalten keine Grenze. Die Raumzeitdichte nimmt ab, wird aber niemals null werden. Das bedeutet, mit der Existenz eines Raumzeitpunktes ist immer auch die Existenz einer Raumzeitdichte verbunden.

3.3 Lichtgeschwindigkeit

Die Lichtgeschwindigkeit c ist, laut Lehrbuch die festgesetzte maximale Geschwindigkeit in unserer Raumzeit. Damit ist diese schon immer eine Grenze. Was soll an der Sichtweise der DP so besonders sein? Diese Grenze ist eine besondere Grenze. Schauen wir uns die Lichtgeschwindigkeit mal genauer an.

3.3.1 Definition

Wie der Name sagt, ist die Lichtgeschwindigkeit eine Geschwindigkeit. Diese ist definiert als $\frac{\text{Länge}}{\text{Zeit}}$. Welcher Zahlenwert die Lichtgeschwindigkeit hat ist rein willkürlich. Wir haben die Angabe von einem Meter und einer Sekunde festgelegt und damit den Wert der Lichtgeschwindigkeit. Da man allgemein von der Lichtgeschwindigkeit als Grenzwert überzeugt ist, macht man in der Physik die Definition umgekehrt. Die Lichtgeschwindigkeit wird festgelegt und es ergibt sich daraus eine Definition von Meter und Sekunde. Aus Sicht der DP kann man die Lichtgeschwindigkeit sehr einfach festlegen. Dies ist die Geschwindigkeit, bei der die Zeitdilatation und die Längenkontraktion null erreichen. Damit die maximale Verformung der Raumzeit für eine Raumzeitdichte.

Warum erhalten wir einen konkreten Wert für die Lichtgeschwindigkeit. Es müsste dann doch $\frac{\text{Länge}=0}{\text{Zeit}=0}$ für das Objekt sein. Das ist ein nicht definierter mathematischer Ausdruck und kein konkreter Zahlenwert. Zum Glück hat unserer Raumzeit mehr als eine Raumdimension. Die Abbildung der Raumzeitdichte eines Objektes, welches sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegt, darf daher nur auf den anderen zwei Raumdimensionen vorhanden sein. Dort muss dann eine Raumzeitdichte abgebildet sein, sonst würde man das Objekt (z.B. ein Photon) nicht erkennen können.

Wir wissen bereits, dass es die Planck-Länge und die Planck-Zeit ist. Aus der Definition heraus, gibt es aber unendlich viele Werte für die Länge und Zeit. Die Geschwindigkeit ist ein Bruch. Es könnte auch z.B. nur die halbe Planck-Länge und halbe Planck-Zeit sein. Die Grenzbedingung setzt explizit **nicht** Planck-Zeit und Planck-Länge als kleinstmögliche Länge- und Zeiteinheit in der Raumzeit fest. Es ist die Kombination, also der Bruch, was die Lichtgeschwindigkeit ausmacht. Das für uns wichtige Ergebnis ist, obwohl es die Grenzbedingung für unsere Raumzeit mit einer Raumdimension weniger ist, ist diese in unserer Raumzeit noch vorhanden.

3.3.2 Niederdimensionale Grenze

Ein Beobachter erkennt (z.B. für ein Photon), eine Bewegung der Raumzeitdichte in Bewegungsrichtung mit seiner Zeit exakt auf dieser Grenze. Für die Raumzeitdichte, welche sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegt, besagt diese Definition etwas anderes aus. Existiert ein Objekt, dass seine Raumzeitdichte nur auf zwei Raumdimensionen abgebildet hat, dann kann dieses Objekt unsere 3D Raumzeit nicht wahrnehmen. Eine Raumdimension muss explizit fehlen. Aber nicht nur eine Raumdimension. Es fehlt auch die Zeitdimension. Diese geht wie die Raumdimension gegen null. In der bisherigen Auslegung dieser Gegebenheit hat man drin keine Besonderheit gesehen. Für uns ist dies anders.

Eine der größten Innovation von Einstein war es Raum und Zeit zu einem einzigen Objekt der Raumzeit zu vereinen. Nur so konnte die SRT und später die ART funktionieren. Wir nehmen diesen „Einheitsgedanken“ zur Raumzeit zu 100% ernst und übertragen dies auf die Lichtgeschwindigkeit. Wollen wir unsere Raumzeit verlassen, dann muss die Zeitdilatation auf null gehen. Diese ist zwingender Bestandteil der Raumzeit. Eine Zeitdilatation auf null haben wir

bei der Lichtgeschwindigkeit. Nun macht das Verhalten der Raumzeitkomponenten Sinn. Durch die Längenkontraktion wird eine Raumdimension immer „weniger oder dichter“. Man verändert die Raumzeitkonfiguration in Richtung von $(-, +, +, +)$ zu $(-, +, +)$. Dabei geht die Zeitdimension durch Zeitdilatation auch gegen null und das Ergebnis ist $(+, +)$. Dies ist keine Raumzeit mehr. Da ist keine Zeitdimension vorhanden. Wir haben damit unsere Raumzeit verlassen. Aus dieser Überlegung holen wir unsere wichtigste Schlussfolgerung. Unsere und damit alle Raumzeiten haben Grenzen. Diese sind dadurch definiert, dass die Zeitdimension gegen null geht.

Eine Raumzeit besitzt Grenzen

Eine dieser Grenzen kennen wir bereits, die Lichtgeschwindigkeit. Diese ist die niederdimensionale Grenze. Durch die Längenkontraktion verlieren wir bei der Lichtgeschwindigkeit eine Raumdimension. Damit verändern wir die Raumzeitkonfiguration der Raumzeit und gehen aus unserer Raumzeit heraus. Hier ist der Punkt, wo die Analogie mit einer Substanz falsch ist. Wenn man die Eigenschaften einer Substanz oder eines Objektes verändert, dann ist es immer noch das Objekt. Nur mit anderen Eigenschaften. In der Raumzeit ist es anders. Verändern wir die Raumzeitkonfiguration, eine Raumdimension mehr oder weniger, dann verlassen wir die Raumzeit.

Moment mal! Jetzt müsstet Ihr Einspruch erheben. In unserer Raumzeit kennen wir Objekte, welche sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegen. Wieso können wir diese Objekte erkennen, wenn diese nicht mehr in unserer Raumzeit sind? Die Fragen haben wir schon geklärt. Weil diese Objekte eine Raumzeitdichte haben, welche sich auf nur zwei Raumdimensionen in unserer Raumzeit abbilden. Damit muss sich so ein Objekt, instantan ohne jede Verzögerung, ab seiner Existenz mit Lichtgeschwindigkeit bewegen. Dann ist z.B. ein Photon ein echtes Schnittstellenobjekt unserer Raumzeit. Es liegt direkt auf der Grenze der Raumzeit. Nur weil die Abbildungen der Raumzeitdichte auf den anderen zwei Raumdimensionen vorhanden ist, können wir diese Objekte überhaupt erkennen. Dann aber nur im Zustand Lichtgeschwindigkeit.

Die Lichtgeschwindigkeit ist die niederdimensionale Grenze

3.3.3 Kleiner privater Einschub

Mich persönlich erfreut die Erkenntnis sehr, dass die Raumzeit Grenzen hat und eine davon die Lichtgeschwindigkeit ist. Vor langer, langer Zeit, als ich am Wirtschaft Gymnasium war. Hatte ich einen Physiklehrer, Herrn Werner. Dieser erfüllt zu 100% alle Vorurteile und Klischees für einen Mathematik- und Physiklehrer. Leider verstarb Herr Werner noch zu meiner Schulzeit. Gegen Ende des ersten Schuljahres saß ein Teil der Klasse bei einem Bierchen an Lagerfeuer. Mir ist es wichtig zu betonen, dass so etwas nicht im Schulunterricht passiert ist. Da ich schon Interesse an Physik hatte, fragte ich Herrn Werner wie er denn zum Physikstudium gekommen ist und er dies empfand. Er ist mit der QM nicht so richtig warn geworden, empfand aber die ART als sehr sauber und schön. Er hatte aber mit einer Stelle ein Problem. Dies war nicht die Singularität. Warum gibt es diese maximale Geschwindigkeit, die wir als Lichtgeschwindigkeit kennen? Relativitäts- und Äquivalenzprinzip erschienen Ihm logisch und einfach nachvollziehbar. Ihm war klar, dass dies alles nur funktioniert, wenn es diese maximale Geschwindigkeit gibt. Das Postulat der Lichtgeschwindigkeit ist Ihm aber als „Fremdkörper“ in der Theorie vorgekommen. Dafür würde er gerne eine logische Erklärung haben wollen.

Diese Fragestellung von Herrn Werner ist mir seit diesem Abend nicht mehr aus dem Kopf gegangen und ist einer der Hauptgründe, warum es die DP gibt. Mit dem Ansatz der Raumzeitdichte und der Raumzeit als Objekt/Substanz, ist diese Fragestellung geklärt. Die Lichtgeschwindigkeit ist keine festgelegte Geschwindigkeitsgrenze. Diese ergibt sich zwingend aus dem Ansatz. Es gibt keinen „höheren“ Bewegungszustand als die Lichtgeschwindigkeit. Die Zeit- und Raumdimension ist null. Weniger geht nicht. Man muss die Definition der Lichtgeschwindigkeit umdrehen. Nicht bei Lichtgeschwindigkeit werden die Zeitdilatation und

die Längenkontraktion null. Das Erreichen der niederdimensionalen Grenze unserer Raumzeit ist die Bedingung für die Definition der Lichtgeschwindigkeit.

Die Lichtgeschwindigkeit ist ein Strukturelement der Raumzeit

Es gibt kein Grund für ein Postulat der Lichtgeschwindigkeit. Diese ergibt sich automatisch aus dem Ansatz der Raumzeitdichte für ein Masse-Energie-Äquivalent.

3.4 Ruhemasse und Energie

Schön, dass ich mit der niederdimensionalen Grenze meinen persönlichen Frieden gefunden habe. Bringt uns diese Erkenntnis an andere Stelle weiter? Wenn ich schon so Frage, ja. Die niederdimensionale Grenze oder Lichtgeschwindigkeit, kann als identische Bezeichnung gewählt werden und erklärt den harten Schalter zwischen Objekten mit oder ohne Ruhemasse und was Energie ist.

3.4.1 Energie = Raumzeitdichte

Wenn wir uns der niederdimensionalen Grenze nähern, geht die Raumzeitdichte gegen unendlich. Das identische Verhalten kennen wir von der Energie. Das ist kein Zufall. In der DP setzten wir die Raumzeitdichte und Energie gleich. Das sollte schon durch den Ansatz klar sein. Wir haben als Quelle der Raumzeitkrümmung, die Raumzeitdichte festgesetzt. Die Quelle einer Raumzeitkrümmung ist jegliche Form von Energie. Daher muss sich die Identität zwischen Energie und Raumzeitdicht zwingend ergeben. Damit können wir aber erklären, was Energie ist. Energie und Gravitation sind eine andere Angabe für die geometrische Definition der Raumzeit selbst.

Energie ist die Dichte der geometrischen Definition der Raumzeit

Um diese Betrachtung weiter zu vertiefen, holen wir uns die bekannteste Formel von Einstein:

$$E = mc^2$$

Die Formel ist richtig. Sie ist aber nur so bekannt, weil die Formel in dieser Form sehr einfach ist. Die vollständige Formel hatte nie die Chance so bekannt zu werden, da diese einfach etwas komplizierter ist:

$$E = \sqrt{m^2c^4 + p^2c^2}$$

Wenn der zweite Term unter der Wurzel null ist, können wir die Wurzel ziehen und landet wieder bei dem bekannten Teil. Damit der zweite Term null ist, muss die Bewegung, also der Impuls mit p^2 unbedingt null sein. Die Lichtgeschwindigkeit c ist konstant und kann nicht null sein.

3.4.1.1 Ruhemasse als Raumzeitdichte

Der erste Term entspricht der Ruhemasse. Auf diese gehen wir nicht näher ein. Warum Ruhemasse überhaupt existiert, ist etwas komplizierter. Dafür benötigen wir den kompletten Teil 3, die QFT.

Der für uns interessante Teil bei der Ruhemasse ist, dass diese ein skalarer Wert ist. Die Ruhemasse ist nicht von einer Richtung abhängig.

3.4.1.2 Impuls als Raumzeitdichte

Wir wollen den zweiten Term betrachten, den Impuls. Damit muss der Impuls auch eine direkte Abbildung in der Raumzeitgeometrie haben. Das Ganze mit einer Richtung. Das bedeutet für uns, dass es eine Raumzeitdichte mit einer ausgezeichneten Richtung gibt.

Für den umgangssprachlichen Begriff der Dichte klingt eine ausgezeichnete Richtung etwas seltsam. In einem Gas oder einer Flüssigkeit ist die Dichte in allen Richtungen identisch. Für die Raumzeit ist dies anders. Hier haben wir nur die Definition der Geometrie für eine Beschreibung. Die Raumzeitdichte liegt immer auf der Zeitdimension und auf mindestens einer Raumdimension. Warum dies so ist, klären wir im Abschnitt für die Zeit. Die Raumzeitdichte muss nicht zwingend auf allen Raumdimensionen abgebildet werden. Wir brauchen mindestens eine Raumdimension, sonst macht der Begriff eine Raumzeitdichte keinen Sinn. Damit muss ein Raumzeitdichte mit einer ausgezeichneten Richtung zwingend ein Impuls sein. Beim Drehimpuls wird die Richtung ständig geändert, was eine ständige Veränderung der Geometrie bedeutet. Dies können wir als Kraft feststellen. Die Raumzeitdichte nimmt aber nicht ab. Diese wird nur auf eine andere „Richtung/Raumdimension“ verschoben.

3.4.1.3 Raumzeitdichte hat viele Merkmale gleichzeitig

Wenn die Energie gerichtet auf einer Raumdimension ein Impuls und damit ein Bewegungszustand ist, dann muss auch eine skalare Energie, wie die Ruhemasse einen Bewegungszustand aufweisen. Ok, aber wohin zeigt dann die Bewegung. In allen Richtungen gleichzeitig. Wir werden im Kapitel Kosmologie sehen, dass dies zum Beispiel bei der Raumexpansion der Fall ist. Hier können wir folgende Bedingung festsetzen:

Raumzeitdichte ist Energie, Geometrie der Raumzeit und Bewegungszustand

Raum und Zeit wurden zu einer Raumzeit vereint. Dies müssen wir auch für diese Begriffe machen. Diese Begriffe sind jeweils unterschiedliche Beschreibungen eines einzigen Objektes, der Raumzeitdichte.

- Die Geometrie beschreibt die direkte Abbildung in der Raumzeit als Raumzeitdichte
- Die Energie ist eine summarische Betrachtung der Raumzeit. Diese hat zwei Komponenten. Die Ruhemasse als skalare Raumzeitdichte und den Impuls als gerichtete Raumzeitdichte.
- Der Bewegungszustand ist die gerichtete Raumzeitdichte. Eine skalare Raumzeitdichte (Ruhemasse) kann dann nochmals in einer speziellen Richtung weiter verdichtet werden. Dies ist der Impuls. Mit einer Besonderheit bei der Lichtgeschwindigkeit. Hier kommt die Richtung aus dem Fehlen einer Raumdimension. Damit ist diese Richtung aber auch wieder ausgezeichnet gegenüber den anderen Richtungen.

Noch ein Wort zur Bewegung. Diese wir in der DP wie folgt definiert. Verändert sich nur eine Raumdimension und der Rest bleibt unverändert, so erhält man eine Bewegung im Raum. Das, was wir umgangssprachlich als Bewegung beschreiben. Verändern sich alle Raumdimensionen gegenseitig, dann ist dies eine Veränderung des Raumes selbst. Bei der Raumzeitkrümmung wird dadurch die Bewegung im Raum verändert, „Äquivalenzprinzip“. Wenn sich alle Raumkomponenten identisch verändern, bewegt sich der Raum selbst. Dies ergibt später die Expansion der Raumzeit. Die Unterschiede werden an der jeweiligen Stelle erklärt.

3.4.2 Ruhemasse = 3D Raumzeitdichte

Mit dem bisherigen Bild der Raumzeitdichte ist es sehr einfach zu erklären, warum es Objekte mit Ruhemasse und einem Bewegungszustand unterhalb der Lichtgeschwindigkeit und Objekte ohne Ruhemasse und dem exakten Bewegungszustand der Lichtgeschwindigkeit gibt.

Bei einem Objekt mit Ruhemasse, z.B. ein Elektron muss die Raumzeitdichte alle 3 Raumdimensionen unserer Raumzeit belegen. Die Lichtgeschwindigkeit ist die niederdimensionale Grenze der Raumzeit. Unserer Raumzeit verliert eine Raumdimension. Eine gegebene Raumdimension kann nicht einfach verschwinden. Diese kann nur bis zur Lichtgeschwindigkeit immer weiter eine steigende gerichtete Raumzeitdichte erhalten. Die skalare Raumzeitdichte, zum Beispiel für ein Elektron, wird immer weiter in Bewegungsrichtung

verdichtet. Damit erhält man eine bis in die unendliche steigende Energie. Damit ist das Erreichen der Lichtgeschwindigkeit ausgeschlossen.

Raumzeitdichte mit Ruhemasse = 3 Raumdimensionen sind belegt

Ein Objekt ohne Ruhemasse darf auf keinen Fall alle 3 Raumdimensionen belegen. Es darf nur zwei Raumdimensionen belegen. Damit fehlt eine Raumdimension bereits auf Grund des „inneren Aufbaus“ des Objektes. Das Objekt darf keine Beschleunigung erfahren. Es muss sich bereits ab seiner Existenz mit Lichtgeschwindigkeit bewegen. Ein anderer Bewegungszustand ist ohne Wechselwirkung nicht möglich. Das Objekt lebt in der niederdimensionalen Schnittstelle unserer Raumzeit.

Raumzeitdichte ohne Ruhemasse = 2 Raumdimensionen sind belegt

Aus diesem Punkt lässt sich eine Prüfung für die DP erzeugen. Wird für ein Objekt ohne Ruhemasse jemals eine Beschleunigungsphase zur Lichtgeschwindigkeit entdeckt, ist die DP falsifiziert.

Aber, aber! Das Higgs-Feld gibt doch den Teilchen die Ruhemasse? Richtig! Dann muss das Higgs-Feld in irgendeiner Form der Raumzeit entsprechen. Das werden wir im Teil 3 klären.

Damit ist klar, dass ein Objekt entweder das eine oder das andere ist. Nur in einem „Umwandlungsprozess (Wechselwirkung in der QFT)“ des Objektes, kann sich die „Innere Struktur (Standardmodell der Teilchenphysik)“ verändern. Die Raumzeitdichte kann sich auf die Raumdimensionen neu verteilen.

Da bei Lichtgeschwindigkeit, die Raum- und die Zeitdimension bereits auf null ist, kann nicht noch eine Raumdimension auf null gehen. Die Lichtgeschwindigkeit kann nur eine Richtung haben. Aus diesem Punkt lässt sich eine Prüfung für die DP erzeugen. Wird für ein Objekt jemals ein Drehimpuls mit Lichtgeschwindigkeit entdeckt, ist die DP falsifiziert.

3.4.3 Bedingungen für die Lichtgeschwindigkeit

Wir können aus der Lichtgeschwindigkeit, die wir mit der niederdimensionalen Grenze gleichsetzen, folgende Bedingungen ableiten:

- Nur für Objekte die 2 Raumdimensionen und keine Zeitdimension belegen
- Die Richtung der fehlenden Raumdimension ist die Bewegungsrichtung
- Diese Objekte können sich in einer flachen Raumzeit nur gerade bewegen. Abweichungen kann es dann später in Teil 3 über die QFT geben. Diese sind dann aber immer instantan. Die Abweichung von der geraden Bewegung erscheint uns mit „Überlichtgeschwindigkeit“.
- Ein Photon oder eine Gravitationswelle, als bekannteste Objekte mit Lichtgeschwindigkeit, können in Bewegungsrichtung keine Komponenten haben. In der Abbildung als eine Welle müssen diese Objekte zwingend transversale Wellen sein. Longitudinal geht nicht, da es in Bewegungsrichtung keine Raumdimension für einen Komponentenanteil gibt.
- Keine Beschleunigungsphase auf Lichtgeschwindigkeit möglich. Die Lichtgeschwindigkeit ist eine Existenzbedingung.
- Lichtgeschwindigkeit als Grenze existiert nicht, weil es eine maximale Geschwindigkeit gibt. Die Lichtgeschwindigkeit ist bereits in der Struktur der Raumzeit enthalten.
- Ein Drehimpuls kann Lichtgeschwindigkeit nie erreichen. Für einen Drehimpuls müssen alle 3 Raumdimensionen vorhanden sein.

3.5 Raumzeitdichte kann null oder unendlich nicht erreichen

Es war schon immer eine der großen Fragen: „Wie soll man sich null oder unendlich vorstellen“. Mathematisch hat man diese Begriffe inzwischen recht gut im Griff. Physikalisch kommt man damit immer wieder auf „schräge“ Gedanken. Wir wollen dies eindeutig klären. Das Ergebnis wird sein, dass es innerhalb einer einzigen Raumzeit weder eine Null noch eine Unendlichkeit vorkommen kann.

Die Raumzeitdichte verhält sich zu der Raumdimension und Zeitdimension gegenläufig. Werden diese weniger, dann erhöht sich die Raumzeitdichte. Umgekehrt, wenn die Raumdimension und die Zeitdimension immer größer werden, dann wird die Raumzeitdichte immer geringer. Aufgrund dieses Verhaltens kann die Raumzeitdichte weder null noch unendlich annehmen.

Die SRT sagt aus, dass man eine unendliche Menge an Raumzeitdichte braucht, um die Lichtgeschwindigkeit für eine Raumdimension zu erreichen. Warum soll es diese nicht geben? Was ist mit der Raumzeit selbst? Kann diese denn einen Nullpunkt erreichen? Diese Fragen wollen wir hier klären

3.5.1 Raumzeitdichte von null

Die Raumzeitdichte ist eine Dichte der Raumzeit selbst. Eine Raumzeitdichte von null bedeutet damit gleichzeitig auch eine Raumzeit von null. Schauen wir uns das genauer an. Der Ansatz ist eine Raumzeitdichte. Daraus ergibt sich einfach durch die Existenz mindestens einer Raum- und Zeitdimension bereits eine Raumzeitdichte. Ohne einer Raumdimension kann es eine Abbildung als Dichte nicht geben. Dies bedeutet für uns, dass es einen Raumzeitpunkt von null nie geben kann. Dieser Raumzeitpunkt beinhaltet dann keine Ausdehnung auf einer Raumdimension und ist damit überhaupt kein Teil der Raumzeit.

- Die Existenz eines Raumzeitpunktes bedeutet immer eine Raumzeitdichte größer null und damit ein Raumzeitvolumen.
- Eine Raumzeitdichte von null, bedeutet, dass es diesen Raumzeitpunkt innerhalb der Raumzeit nicht gibt. Damit ist dieser Raumzeitpunkt aus der Betrachtung ausgeschlossen.
- Eine Raumzeitdichte auf der niederdimensionalen Grenze sagt aus, dass die Abbildung der Raumzeitdichte in einer n-dimensionalen Raumzeit, auf n-1 Raumdimensionen vorhanden sein muss. Keine Raumdimension geht auch im Grenzfall nicht.

3.5.2 Der mathematische Punkt

Wir haben den Begriff „Raumzeitpunkt“ verwendet. Das werden wir auch weiterhin. In der Physik wird oft mit einer Punktgröße gearbeitet und gerechnet. Das vereinfacht die Vorstellung und insbesondere die Berechnungen. Wer bis zu diesem Zeitpunkt aufmerksam mitgelesen hat, sollte aber folgende Erkenntnis gewonnen haben:

In der DP gibt es keinen Punkt

Die mathematische Abstraktion eines Punktes, ist dadurch definiert, dass ein Punkt explizit in keine Raumdimension eine Ausdehnung besitzt. Damit ist dieser nicht Teil der Raumzeit. Er kann keine Raumzeitdichte aufweisen. Damit auch keine Definition der Raumzeitgeometrie, keine Energie und keinen Bewegungszustand. Wann immer von einem Raumzeitpunkt, einer Punktmasse usw. gesprochen wird, dies ist eine reine mathematische Abstraktion, um das Problem oder die Berechnung zu vereinfachen. In der DP kann es eine Punktgröße, egal welcher Art, nicht geben. Wir drehen die Argumentation um. Nicht die ART und QFT haben Probleme bei einer Punktgröße, sondern die mathematische Abstraktion eines Punktes hat in der Physik keine reale Abbildung.

3.5.3 Keine Singularität in der ART

Der ART wird oft angekreidet, dass diese im Urknall oder im Zentrum eines Schwarzen Loches eine Singularität voraussagt. Dies ist nur richtig, wenn man die Raumzeitdichte auf eine Punktgröße zurückführt. Beim Urknall die gesamte Raumzeit, beim Schwarzen Loch die Masse dieses Objekts. In beiden Fällen ist dies wiederum eine mathematische Abstraktion. Leider ist in der Feldgleichung der ART dieser Umstand nicht enthalten. Im Einstein-Tensor kann man eine Raumzeitkrümmung bis ins unendliche bringen, wenn man für die Raumzeitdichte eine Punktgröße annimmt. Dann müsste aber die Raumzeitdichte weg sein. Ein Schwarzes Loch hat in unserer Raumzeit immer eine Masse. Das Schwarze Loch ist da, damit auch die Raumzeitdichte, welche zu diesem geführt hat. Damit ist im Zentrum eines Schwarzen Loches immer ein Volumen an Raumzeitdichte erhalten.

In der DP gibt es keine Singularität

Die Abstraktion eines Punktes hat schon immer für Probleme gesorgt. Der Ansatz der Stringtheorie kommt genau daher. Keine Punkt, sondern die erste mathematische „Stufe“ über dem Punkt. Ein Objekt mit nur einer Raumdimension. Aber eben ein Ansatz mit einer komplett getrennten Sicht auf Raumzeit und dem Inhalt der Raumzeit.

3.5.4 Raumzeitkrümmung von null

Wir haben nur die Raumzeitdichte betrachtet. Wie sieht es denn bei der Raumzeitkrümmung aus? Kann die Gravitation denn null werden? Aus dem, was wir bisher besprochen haben, ja. Dazu brauchen wir eine Raumzeit mit einer absoluten homogenen Raumzeitdichte. Wenn es von Raumzeitpunkt (wir verwenden diese Abstraktion weiterhin) zu Raumzeitpunkt keine Differenz in der Raumzeitdichte gibt, dann gibt es auch keine Raumzeitkrümmung, die irgendetwas ausgleichen muss.

Wir leben aber in einer Raumzeit mit unterschiedlichen Raumzeitdichten, sonst könnten wir hier nicht diskutieren. Die Raumzeitkrümmung hat eine unendliche Reichweite. Gibt es auch nur eine abweichende Raumzeitdichte, dann gibt es auch eine Raumzeitkrümmung. Damit ist klar, in unserem Universum ist immer eine Raumzeitkrümmung vorhanden.

3.5.5 Raumzeitkrümmung von unendlich

Das hatte wir gerade schon. Es gibt keine Singularität in der DP und damit auch keine unendliche Raumzeitkrümmung. Der Ausgleich der Raumzeitkrümmung geht immer nur bis zur Raumzeitdichte. Die Raumzeitdichte hat immer ein Volumen. Damit ist eine unendliche Raumzeitkrümmung nicht möglich.

3.5.6 Raumzeitdichte von unendlich

Hier gibt es noch keine zwingende Grenze. Die Lichtgeschwindigkeit besagt aus, dass man bis zur niederdimensionalen Grenze eine unendliche Menge an Energie benötigt. Bekommen wir diese den irgendwoher? Klares nein. Dies gleich mit zwei Argumenten.

- Eine unendliche Menge an Raumzeitdichte bedeutet, dass die Raumzeit selbst unendlich groß sein muss. Die Raumzeitdichte ist die Raumzeit selbst. Wir bekommen damit keine unendliche Menge zusammen. Wir werden in den weiteren Abschnitten und besonders im Kapitel Kosmologie sehen, dass dies durch die Definition des Urknalls ausgeschlossen ist.
- Lassen wir das Argument mit der Menge an Raumzeitdichte mal weg und gehen nur auf die Längenkontraktion und die Zeitdilatation ein. Wir tun so, als ob man keine Energie von außen dafür benötigt. Wir können die Raumzeitdichte einfach durch die Definition der Geometrie erhöhen. Geht leider auch nicht. Die Raumzeit hat noch eine Grenze, die dies nicht zulässt. Schauen wir uns diese mal an.

3.6 Schwarzes Loch

Es gibt mit der Lichtgeschwindigkeit eine niederdimensionale Grenze. Gibt es dann auch eine höherdimensionale Grenze? Eine Raumzeit mehr und nicht weniger. Die Bedingung, um die Raumzeit zu verlassen ist, die Zeitdilatation gegen null. Diese gibt es an zwei Stellen im Universum.

- Die Lichtgeschwindigkeit. Diese ist aber die niederdimensionale Grenze, da man eine Raumdimension verliert.
- Die „Singularität“ in einem Schwarzen Loch. Dann muss im Umkehrschluss dies die höherdimensionale Grenze sein.

3.6.1 Höherdimensionale Grenze

Die Bedingung, die zu einem Schwarzen Loch führt, muss die höherdimensionale Grenze sein. Diese Bedingung ist uns bereits sehr gut bekannt. Wenn man zu viel Raumzeitdichte (Energie) auf eine zu kleine Länge unterbringt, geht es ab ins Schwarze Loch. Wir werden sehen, dass diese Grenze in Kombination mit dem Planck'schen Wirkungsquantum eine unendliche Raumzeitdichte in unserer Raumzeit gar nicht zulässt.

Diese Bedingung ist mit den konkreten Werten bekannt. Es ist der Kehrwert der Planck-Kraft. Das ist als Bezeichnung und in der Einheit als Kraft für eine Erklärung etwas umständlich zu handhaben. Daher werden wir diesen Grenzwert anders Definieren und einen passenderen Namen wählen. Das machen wir wie bei der Raumzeitdichte.

Kraft souveräner Willkür => **Dimensionale Konstante** mit der Abkürzung **d**.

Damit hat die höherdimensionale Grenze eine klare Bezeichnung. Den Teil „höher“ lassen wir bei der Dimensionalen Konstante weg. Der Name Lichtgeschwindigkeit ist in allen Gehirnen vollständig eingeebnet. Diesen können wir nicht mehr verändern. Die niederdimensionale Grenze kann daher mit der Dimensionalen Konstante nicht gemeint sein. Die Dimensionale Konstante ist wie die Lichtgeschwindigkeit eine der wichtigsten Naturkonstanten in unserer Raumzeit. Diese ist ebenso ein Strukturelement der Raumzeit und kein festgelegter Wert.

3.6.2 Definition

Die Lichtgeschwindigkeit ist mit $c = \frac{\text{Länge}}{\text{Zeit}}$ festgelegt. Bei der Dimensionalen Konstante ist es:

$$d = \frac{\text{Länge}}{\text{Energie}}$$

Wenn man zu einer Kraft eine Länge dazu nimmt, erhält man die Einheit Energie. Daher muss bei einem Kehrwert der Kraft der Bruch im Nenner und im Zähler um eine Länge erweitert werden. Diese Darstellung ist für Erklärungen besser geeignet und wird daher als Definition verwendet.

In beiden Fällen macht es Sinn eine Länge in der Definition zu haben. Eine Raumzeitdichte braucht immer eine Raumdimension, um sich überhaupt in der Raumzeit abbilden zu können. Beide Grenzen sind Brüche, da es jeweils Aufteilungen zu einer Länge sind. Die Länge steht im Zähler, weil wir eine Länge in der Zeit oder der Energie unterbringen müssen, damit eine Raumzeitdichte Sinn macht. Dies wird ein generelles Prinzip werden. Eine Naturkonstante für unsere Raumzeit muss immer eine Länge beinhalten.

3.6.3 Minimum und Maximum für die Raumzeit

Da die Dimensionale Konstante wieder ein Bruch ist, gilt hier die identische Aussage wie bei der Lichtgeschwindigkeit. Die Länge und die Energie legen keine kleinste Länge oder eine größte Energie fest. Es kann wieder halbe Planck-Länge und Planck-Energie sein. Nur die Kombination der Werte ergibt die Dimensionale Konstante.

Die Werte sind uns wiederum als Planck-Werte bekannt. Rein aus der Lichtgeschwindigkeit und der Dimensionalen Konstante können wir die Werte nicht festlegen. Das sind 2 Gleichungen mit 3 Unbekannten. Da fehlt noch eine Angabe. Die fehlende Angabe werden wir uns noch in diesem Kapitel verschaffen.

3.6.4 Widerstand der Raumzeit

Wenn man der Dimensionalen Konstante eine Analogie geben will, dann ist dies wohl ein Wert für einen Widerstand der Raumzeit gegen die Raumzeitdichte. Wird dieser Wert überschritten, so ist die Raumzeitdichte für unsere Raumzeit zu hoch. Die Raumzeit muss in einen Bereich gehen, der diesen Wert aushält. Dies kann nur eine Raumzeit mit einer Raumdimension mehr sein. Eine Raumzeit mit n+1 Raumdimensionen lässt sich schwerer verformen als eine Raumzeit mit n Raumdimensionen. Dieses Prinzip werden wir noch im Teil 3 für die QFT benötigen.

Dabei ist bereits unsere Raumzeit ein verdammt zähes Stück. Kleine Berechnung (Achtung! Alle Werte für die Planck-Einheiten sind nicht reduziert, also nicht durch 2π gekürzt):

$$\text{Planck-Länge} = l_p = 4,051350998490521 * 10^{-35} \text{ Meter}$$

$$\text{Planck-Zeit} = t_p = 1,35138523014162 * 10^{-43} \text{ Sekunden}$$

$$\text{Planck-Masse} = m_p = 5,455511248291575 * 10^{-8} \text{ Kilogramm}$$

$$\text{Planck-Energie} = m_p * c^2 = 4,903168987059013 * 10^9 \text{ Joule}$$

$$d = \frac{l_p}{E_p} = 8,262719496683259 * 10^{-45} \text{ 1/Newton}$$

$$\frac{1}{d} = 1,210255292342201 * 10^{44} \text{ Kehrwert von d, Newton}$$

Egal mit welcher Raumzeitdichte wir eine Raumzeitkrümmung auslösen wollen. Die Raumzeitkrümmung ist um diesen Faktor geringer. Da müssen wir sehr viel Energie auf eine kleine Länge unterbringen, damit dieser Wert überbrückt werden kann. Dies ist die Bedingung, die zu einem Schwarzen Loch führt. Da uns c mit der Planck-Länge und Planck-Zeit bekannt ist, kommt hier als neuer Wert nur die Planck-Masse dazu. Die Planck-Energie wird ausgerechnet. Damit bestimmen diese drei Planck-Werte die Grenzen der Raumzeit. Hier müssen wir wieder die Definition umdrehen. Die Grenzen der Raumzeit bestimmen diese drei Planck-Werte und sind damit charakteristische Werte für unsere Raumzeit.

Planck-Länge, -Zeit und -Masse sind für unsere Raumzeit die charakteristischen Werte

Ein Schwarzes Loch ist der Übergang in eine höherdimensionale Raumzeit, welche diese Raumzeitdichte abbilden kann. Dann muss im Umkehrschluss eine niederdimensionale Raumzeit eine kleinere Planck-Masse haben. Diese unterschiedlichen Planck-Massen je Raumzeitkonfiguration werden später im Standardmodell der Teilchenphysik die unterschiedlichen Ruhemassen der Teilchen sein.

Jede Raumzeitkonfiguration hat seine eigenen Planck-Werte für die Planck-Einheiten

3.6.5 Hierarchieproblem

In der Physik gibt es das sogenannte Hierarchieproblem. Dies ist ein Name für die große Differenz, wenn man die Gravitation als Kraft mit der elektromagnetischen Kraft vergleicht. Wir nehmen hier als Beispiel das Elektron als kleinstes Elementarteilchen mit einer Ladung.

Elektrische Kraft zwischen zwei Elektronen ist: $F = \frac{e^2}{4 * \pi * \epsilon_0 * r^2}$

Gravitation zwischen zwei Elektronen ist: $F = \frac{G * m_e * m_e}{r^2}$

Setzen wir diese beiden Gleichungen ins Verhältnis: $\frac{e^2}{4 * \pi * \epsilon_0 * r^2} : \frac{G * m_e * m_e}{r^2}$

Daraus ergibt sich $\frac{e^2}{G * m_e^2 * 4 * \pi * \epsilon_0}$

Setzen wir die Werte ein, ergibt sich: $4,165607 * 10^{42}$

Dies ist ein sehr großer Unterschied in der Betrachtung als Kraft. Das können wir aber leicht erklären. Alle Grundkräfte aus der QFT liegen immer im niederdimensionalen. Da wollen wir später die gesamte QFT abbilden. Laut unserer Logik muss sich eine niederdimensionale Raumzeit sehr viel leichter verformen lassen als unserer Raumzeit. Wie wir sehen können, ist der Unterschied in dem Widerstand der jeweiligen Raumzeit sehr groß.

Wir wiederholen die Rechnung, aber nicht mit der Ruhemasse eines Elektrons m_e , sondern mit der Planck-Masse m_p . Wir tun mal so, als ob eine 2D-Raumzeit die identischen Planck-Werte wie unserer 3D-Raumzeit hätte. Dann ergibt sich nur noch ein Unterschied von 0,001161. Dieser Wert ist uns als die Feinstrukturkonstante α bekannt. Allerdings nur, wenn wir α um $2 * \pi$ kürzen. Diese $2 * \pi$ werden uns gleich nochmals begegnen Die Kräfte wären dann bis auf α identisch. Die Feinstrukturkonstante besprechen wir in Teil 3.

Das Hierarchieproblem ist einfach der große Unterschied im Widerstand der Raumzeitkonfigurationen, wenn man eine Raumdimension mehr oder weniger hat.

3.7 G, k und c, d, h

Wir schauen uns die bisher verwendeten Naturkonstanten und Planck-Werte genauer an. Dann holen wir uns noch das Planck'sche Wirkungsquantum h dazu, damit wir unseren drei, bis jetzt nicht bestimmten Planck-Werte Länge, Zeit und Masse, mit einer weiteren Gleichung festlegen können. Hier gibt es einen kleinen Vorgriff auf den Teil 3. Wir besprechen gleich noch die Compton-Wellenlänge mit. Wir werden erkennen, dass h und die Compton-Wellenlänge aus der niederdimensionalen Grenze unserer Raumzeit folgt und nicht direkt im niederdimensionalen (QFT) bestimmt wird. Die ART gibt der QFT dieses Verhalten vor und nicht umgekehrt.

3.7.1 Die Gravitationskonstante G

In den Lehrbüchern sind die drei wichtigsten Naturkonstanten immer c , h und G . In der DP werden wir dies zu c , d und h verschieben. Dann darf für uns die Gravitationskonstante G keine weitere Relevanz mehr haben. Das erreichen wir, da G sich aus c und d zusammensetzt. Es macht Sinn, dass die Gravitationskonstante G sich aus den Grenzen der Raumzeit erzeugt. Das Verhalten der Raumzeit in der klassischen Sicht mit G , muss zwischen den Grenzen der Raumzeit liegen. Diese Grenzen sind bis jetzt die einzige, durch unsere Raumzeit festgelegten Werte.

Da G eine Naturkonstante ist, hat diese noch keine Herleitung erfahren. Das Wort „Naturkonstante“ bezeichnet einfach, dass man in der Physik eine Proportionalitätskonstante benutzt, über die man kein Wissen hat. Keine Erklärung dafür heißt, Naturkonstante. Wir

konnten c und d als die dimensional Grenzen unserer Raumzeit herleiten. Wenn G keine Naturkonstante mehr sein soll, müssen wir G aus bekannten (und ganz wichtig, hergeleiteten) Naturkonstanten erzeugen können.

Da wir schon mit den Planck-Einheiten arbeiten, machen wir hier weiter. Die Gravitationskonstante wird über die Planck-Einheiten, wie folgt definiert: $G = \frac{l_P^2 * c^3}{h}$. Wir greifen etwas vor und legen fest, dass wir das Planck'sche Wirkungsquantum $h = l_P * m_P * c$ schreiben können. Damit erhalten wir $G = \frac{l_P * c^2}{m_P}$. Diesen Bruch erweitern wir um c^2 . Dann haben wir die gewünschte Form:

$$G = \frac{l_P}{E_P} * c^4 = d * c^4$$

Die Gravitationskonstante ist aus c und d zusammengesetzt. Wir können auch erklären, warum c und d so verwendet werden müssen. Das bedeutet, wir müssen erklären können, warum d ohne Exponenten verwendet wird und c den Exponenten 4 haben muss.

Die Dimensionale Konstante d erzeugt ein Schwarzes Loch und damit die höherdimensionale Grenze für die gesamte Raumzeit. Egal auf welcher Raumdimension die Raumzeitdichte abgebildet wird. Ist d auf einer beliebigen Dimension erreicht, dann ergibt sich das Schwarze Loch für die gesamte Raumzeit. Daher wird kein Exponent benötigt.

Die Lichtgeschwindigkeit c ist für jede Raumdimension unabhängig. Der Impuls in eine Richtung, beeinflusst nicht die anderen Raumdimensionen. Längenkontraktion ergibt sich nur in Bewegungsrichtung. Daher muss für die Betrachtung der gesamten Raumzeit unbedingt ein c^4 verwendet werden. Aber, die Zeitdimension geht doch immer mit einer Raumdimension mit. Wieso nicht eine 3 als Exponent? Das kommt durch den Aufbau der Feldgleichungen für die ART. Das zeigen wir im nächsten Abschnitt.

3.7.2 Proportionalitätskonstante k in der ART

Holen wir uns noch einmal die Feldgleichung der ART heran: $G_{\mu\nu} = k * T_{\mu\nu}$

In den Tensoren G und T ist mit der jeweiligen Metrik, als Lösung der Gleichungen, der Aufbau der Raumzeit enthalten. Die Proportionalitätskonstante k kennt keine Metrik und sollte sich daher nicht um den Aufbau der Raumzeit kümmern müssen. Es sollten nur die Grenzbedingung enthalten sein. Diese ist nicht von der Metrik abhängig. Genauso ist es auch. Die normale Beschreibung von k baut sich wie folgt auf:

$$k = \frac{8 * \pi * G}{c^4}$$

Wir setzen nun für G unsere neue Definition ein und erhalten

$$k = \frac{8 * \pi * d * c^4}{c^4} = 8 * \pi * d$$

Wir erkennen sofort, dass G in den Feldgleichungen nicht benötigt wird. Man muss explizit k um die c^4 kürzen, damit man dort ein G verwenden darf. In der Metrik wird die Zeitdimension als Raumdimension behandelt. Die verschiedenen Dimensionen weisen ein abhängiges Verhalten als Raumdimensionen nur in der Metrik auf. G kennt dieses gegenseitige Verhalten nicht. Daher macht in dieser Beschreibung die c^4 in G auch Sinn. Jede Dimension für sich getrennt.

Wenn wir G eliminieren, dann müssen die Grenzen der Raumzeit in den Feldgleichung aber trotzdem vorkommen. Der Energie-Impuls Tensor T beschreibt die verschiedenen Formen der Energie. Da zur Beschreibung der Energie immer ein c notwendig ist, ist die niederdimensionale Grenze in T enthalten. Die höherdimensionale Grenze ist ein Widerstandswert der Raumzeit

unabhängig von der Aufteilung der Raumzeitdichte in T . Daher dürfen wir dies aus T herausziehen und es darf ein k geben. In k darf dann nur noch die höherdimensionale Grenze enthalten sein. Damit ist k passend zu unserer Logik aufgebaut. Die Raumzeitdichte erzeugt gegen den Widerstand der Raumzeit die Raumzeitkrümmung.

Woher kommen dann diese 8π ? Wenn man die Feldgleichungen mathematisch aufbaut, ist es absolut klar woher die 8π kommen. Wir wollen aber für alles einen Grund haben. Leider habe ich aktuell, Jahr 2025, noch keinen Grund dafür gefunden. Es ist klar, dass dadurch der Widerstand der Raumzeit gesenkt wird. Daher machen wir hier etwas zum ersten Mal. Eine Vermutung und eine Aufforderung.

- Aufforderung: Jeder darf sich selbst Gedanken machen, warum der Widerstand gesenkt werden muss. Ich bin auf die Antworten gespannt.
- Vermutung: Die 8π sind $4 * 2\pi$. Für jede Raumdimension ein 2π . In d steckt eine Länge. Der Kreisumfang ist $2\pi r$. Dann würde sich der Widerstand nicht auf einer geraden, sondern auf einen Kreis abbilden. Da der Kreisumfang um die 2π größer ist als eine einfache Länge, würde dies passen. Die Raumzeitdichte für den Widerstand muss in der Raumzeitkrümmung auf einer Krümmung und nicht auf einer flachen Raumzeit reagieren. Das sind dann auch gleichzeitig die fehlenden 2π von dem klassischen Kräftevergleich. Sicher bin ich mir aber nicht. Das Warum, ist hier noch nicht 100% klar.

Wir haben damit genug auf dem guten alten G draufgehauen. Schauen wir weiter und gehen zu dem Kunststück über, dass sich h aus der kontinuierlichen und nicht gequantelten ART ableiten lässt.

3.7.3 Das Planck'sche Wirkungsquantum h

Machen wir unser Trio an erklärbaren Naturkonstanten komplett. Es fehlt noch das h . Brauchen wir den das h überhaupt? Wir konnten aus c und d ein G erzeugen. Von G kennen wir den Wert. Dann haben wir drei Gleichungen mit drei unbekanntem. Wir können damit die Planck-Werte bestimmen. Rein aus mathematischer Sicht funktioniert dies. Aus physikalischer Sicht erhalten wir aus G aber keine neue Information zur Raumzeit. Die Gravitationskonstante ist nur eine Zusammensetzung aus bekannten Dingen. Wir brauchen eine zusätzliche Bedingung aus der Raumzeitgrenze.

Wie der Name schon sagt, ist h ein Wirkungsquantum. Schalten wir erstmal den Teil mit „Quant“ aus und konzentrieren uns auf die „Wirkung“. Wirkung bedeutet eine Veränderung. Von einem fixen Zustand auf einen anderen fixen Zustand. Die Wirkung beschreibt eine Zustandsveränderung. Der für uns erkennbare Zustand ist immer irgendeine Form von Energie, also Raumzeitdichte. Es geht um die Zustandsveränderung der Raumzeitdichte. Die höherdimensionale Grenze ergibt sich aus der Beschreibung der ART mit der Raumzeitkrümmung. Da steckt aber mit Sicherheit der Teil „Quant“ nicht drin. Eine Quantisierung der Raumzeitkrümmung ist noch niemanden gelungen. Also schauen wir uns die Kombination von Raumzeitdichte und niederdimensionaler Grenze an. Das Thema wird Teil 3 und die Beschreibung der gesamten QFT ergeben. Hier betrachten wir nur den direkten Übergang in unsere Raumzeit. Die ART beschreibt das Verhalten **in** unserer Raumzeit mit den Grenzen, aber nicht außerhalb der Raumzeit.

3.7.3.1 Definition von h

Wir wollen eine Beschreibung einer Wirkung von der niederdimensionalen Grenze in unsere Raumzeit hinein. Mit was starten wir? Genau, eine Länge. In der DP haben wir nur die Raumzeitdichte und damit muss sich alles auf eine Raumdimension abbilden. Wir brauchen immer eine Länge.

Schritt 1: $h = l_p$

Da wir aus dem niederdimensionalen eine Wirkung haben wollen, muss die Grenzbedingung erfüllt werden. Wir brauchen exakt einmal die Lichtgeschwindigkeit. Hier aber multiplikativ und nicht als Bruch. Wir wollen eine Wirkung erzeugen. Wir können in unserer Raumzeit diese Grenze nur einmalig erreichen. Die Zeitdimension ist bereits beim Fehlen einer einzigen Raumdimension auf null. Da geht innerhalb einer Raumzeit nicht nochmal. Daher darf c keinen Exponenten haben.

Schritt 2: $h = l_p * c$

Dann fehlt uns noch mit was wir auf die Raumdimension wirken wollen. Viel Auswahlen haben wir in der DP nicht. Es muss eine Form von Raumzeitdichte sein. Nur direkt Energie, also die Raumzeitdichte in unserer Raumzeit kann es nicht sein. Da machen wir einen kleinen Vorgriff auf einen späteren Abschnitt. Über diese Grenze geht keine Zeit, da die Zeitdimension immer an die jeweilige Raumzeitkonfiguration gebunden ist. Schauen wir uns die Definition der Energie nochmals an.

$$E = \sqrt{m^2 c^4 + p^2 c^2}$$

Der zweite Term kann es nicht sein. Ein Impuls ist die Erhöhung einer gegebenen Raumzeitdichte in einer Richtung. Genau diesen Teil an Raumzeitdichte in unserer Raumzeit haben wir nicht. Mit einer Bewegung innerhalb unserer Raumzeit kommen wir bei der Beschreibung der Grenze nicht weit. Also der erste Term. Dort ist aber immer noch ein c vorhanden. Das c ist der Übertritt dieser Grenze und in Schritt 2 schon enthalten. Wir müssen die Energie ohne c benutzen. Damit ist eigentlich schon geklärt, was Masse ist. Eine Abbildung einer Raumzeitdichte aus einer n dimensionalen Raumzeit in einer $(n+1)$ dimensionalen Raumzeit. Daher ist es auch nicht verwunderlich, warum zur Beschreibung der Energie bei einer Masse immer die Raumzeitgrenzen mitspielen. Das machen wir aber exakter in einem späteren Kapitel. Hier ist wichtig, wir können nur die Ruhemasse benutzen.

Schritt 3: $h = l_p * m_p * c$

Fertig! Die Wirkung aus einer niederdimensionalen Raumzeit in unsere Raumzeit darf nur so aussehen. Ok, aber was ist mit dem Teil „Quant“. Es könnte doch eine Abbildung auf einer beliebigen Länge, einer anderen Geschwindigkeit oder einer anderen Masse stattfinden. Warum die Planck-Werte unserer Raumzeit, wenn die Wirkung aus dem niederdimensionalen kommt? Insbesondere sagten wir vorher, dass im niederdimensionalen die Planck-Massen explizit andere sind als in unserer Raumzeit.

3.7.3.2 Quantisierung

Die Grenzen kommen aus der ART. Diese beschreibt nur eine Raumzeit, unsere Raumzeit. Wenn wir irgendetwas durch eine Wechselwirkung Messen oder eine Information erhalten, dann passiert dies nur und ausschließlich in unserer Raumzeit. Energie ist die Raumzeitdichte unserer Raumzeit. Gerade sind wir noch auf dem Stand, dass wir nur Raumzeitdichte und Raumzeitkrümmung unserer Raumzeit erkennen können.

Dies bedeutet, dass eine beliebige Wirkung auf einer Raumzeitdichte eine Veränderung der Raumzeitdichte in unserer Raumzeit ist. Damit muss sich diese Wirkung an die Bedingungen unserer Raumzeit halten. Diese ist h zwischen den Grenzen c und d mit den bekannten Planck-

Werten. Das ist der Aufbau unserer Raumzeit. So bescheuert dieser Satz auch klingen mag: Die Quantisierung aller Wirkungen kommt nicht aus der QFT, sondern nur aus den Grenzen unserer kontinuierlichen Raumzeit.

Die Quantisierung durch h ergibt sich aus den charakteristischen Planck-Werten unserer Raumzeit

Damit dies Sache rund wird, gehen wir in den nächsten Abschnitt und schauen uns noch ein „QFT-Objekt“ an, die Compton-Wellenlänge.

3.7.4 Die Compton-Wellenlänge

Wieso packen wir hier noch die Compton-Wellenlänge mit rein. Diese zählt doch als Paradebeispiel der QFT? Weil wir zu einer Wirkung noch einen Zustand benötigen. Leider wird in den Lehrbuchbeschreibungen dieser Umstand gut versteckt.

Die Bezeichnung ist oft der Compton-Effekt oder die Compton-Streuung. Es wird ein Photon auf ein Teilchen mit Ruhemasse geschossen. Das klingt doch sehr nach einem Prozess und nicht nach einem Zustand. Die passende Formel: $\Delta\lambda = \frac{h}{m_C * c} (1 - \cos\varphi)$. Die Formel beschreibt die Vergrößerung der Wellenlänge des Photons durch die Streuung. Was auffällt, das Photon geht nicht in die Formel ein. Nur der Winkel ist entscheidend. Machen wir uns das Leben einfach und nehmen bei der Streuung einen Winkel von 90° an. Dann ist der Cosinus null. Die Formel vereinfacht sich und man erhält für eine Masse eine charakteristische Wellenlänge, die Compton-Wellenlänge: $\lambda_C = \frac{h}{m_C * c}$. Dies sieht doch schon wesentlich einfacher aus. Das tiefgestellte große C bezeichnet die an der Streuung beteiligten Teilchen. In der Gleichung ist noch ein h enthalten. Das ist eine schlechte Darstellung. Die Formel beschreibt das Ergebnis nach dem Prozess und ist damit eine Beschreibung eines Zustandes.

Nehmen wir unsere neue Definition von h und setzen diese in die Formel ein:

$$\lambda_C = \frac{h}{m_C * c} = \frac{l_P * m_P * c}{m_C * c} = \frac{l_P * m_P}{m_C} \Rightarrow \lambda_C * m_C = l_P * m_P$$

Damit es etwas schöner aussieht, benennen wir λ_C in l_C um.

$$l_C * m_C = l_P * m_P$$

Dies ist ein gutes Ergebnis. Schauen wir uns an, was diese Formel alles aussagt:

- Die Compton-Wellenlänge ist die Beschreibung eines Zustandes nach der Streuung und keine Beschreibung eines Prozesses. Auf der rechten Seite darf kein h stehen. Daher muss das c für die Lichtgeschwindigkeit aus der Formel raus. Das c ist der Grenzübergang bei der Wirkung. Bei einem Zustand in unserer Raumzeit wird das c nicht benötigt.
- Auf der rechten Seite steht das h ohne c ($h = l_P * m_P * c$). Diese Formel muss bei jedem Objekt mit Ruhemasse in unserer Raumzeit gültig sein. Daraus folgt, dass es nur einen einzigen eindeutigen Zustand in unserer Raumzeit gibt. In unserer Raumzeit ist als Zustand für Objekte mit Ruhemasse nur $l_P * m_P$ erlaubt.
- Der „interne“ Aufbau eines Objektes (QFT) kann sich unterschiedlich auf $l_C * m_C$ aufteilen. Unsere kontinuierliche Raumzeit hat keine Bedingung für eine Quantisierung. Diese kommt nur aus den Grenzen. Da die Wirkung immer an ein h gebunden ist, kommen nur Zustände in dieser Schrittweite zustande. Unsere kontinuierliche Raumzeit gibt dies nicht explizit vor. Das kommt nur aus dem Übergang der Grenzbedingung.

Wer sich gewundert hat, dass wir aus der ART heraus eine Quantisierung erzeugen können, muss jetzt mal auf die Zähne Beißen. Wir legen noch eine Schippe drauf. Tief durchatmen und los.

- In unserer Raumzeit sind auf Grund der Grenzen der Raumzeit, nicht nur alle Wirkungen quantisiert, es gibt zusätzlich nur einen einzigen erkennbaren Zustand für eine einzelne Raumzeitdichte mit Ruhemasse $l_p * m_p$.
- Die QFT beschreibt alle möglichen „internen“ Abbildungen in niederdimensionalen Raumzeiten dieser Raumzeitdichte und mögliche Wechselwirkungen zwischen diesen niederdimensionalen Abbildungen in unserer Raumzeit. Diese niederdimensionalen Raumzeiten (Felder der QFT) kennen selbst auch keine Quantisierung.
- Keine einzige Raumzeit kennt für sich eine Quantisierung. Nur der dimensionale Übergang zwischen Raumzeiten mit unterschiedlicher Anzahl von Raumdimensionen erzeugt eine quantisierte Wirkung und einen einzigen erkennbaren Zustand je Raumzeit.

Der Zustand einer einzelnen Raumzeitdichte ist mit $l_p * m_p$ fix festgelegt. Die Veränderung mit einem h ist nur eine andere Aufteilung auf der Seite mit der inneren Struktur $l_c * m_c$. Das ist der Grund, warum h der QFT zugeschlagen wird. Die Definition kommt aber aus der Grenze unserer Raumzeit.

Das war jetzt starker Tobak, es fehlen jedoch noch zwei wichtige Eigenschaften aus der Grenze der Raumzeit heraus.

3.8 Erkennbare Geometrien über eine dimensionale Grenze hinweg

In der bisherigen Logik ist es nicht 100% klar, warum wir Schnittstellenobjekte in unserer Raumzeit erkennen können. Es stellt sich folgende Frage. Welche Eigenschaften können wir über eine dimensionale Grenze hinweg erkennen? Wir sind uns sicher, dass wir was erkennen können müssen. In unserer Raumzeit gibt es Photonen, als Objekte für die niederdimensionale Grenze und Schwarze Löcher als Objekte für die höherdimensionale Grenze.

Wir werden sehen, dass wir nur sehr wenige Eigenschaften über die dimensionale Grenze hinweg erhalten können. Das wird gegen die normale Intuition laufen. Dabei gibt es zwei große Bereiche. Die Zeit, als einen Bereich behandeln wir im nächsten Abschnitt 3.9. Hier kümmern wir uns um die Geometrie von Objekten und damit um die Geometrie der Raumzeit.

3.8.1 Höherdimensionale Grenze

Das ein Schwarzes Loch irgendeine Form von Übergang sein soll ist ein alter Hut. Dazu gibt es jede Menge verschiedene Ideen. Eine davon ist zum Beispiel das Stichwort: Wurmloch. Wenn man es mal nicht so streng sieht, dann sieht der höherdimensionale Übergang auch nur wie ein Wurmloch aus. In der DP in einen höherdimensionalen Raum. Mit den Zutaten Schwarzes Loch und Übergang kommt man sehr leicht auf diese Idee. Leider passt das Wurmloch nicht. Um es auf den Punkt zu bringen, die Idee eines Wurmloches ist komplett falsch.

3.8.1.1 Übergang per Dichte oder Krümmung

Das Problem sind Grafiken dieser Art

Bild 18

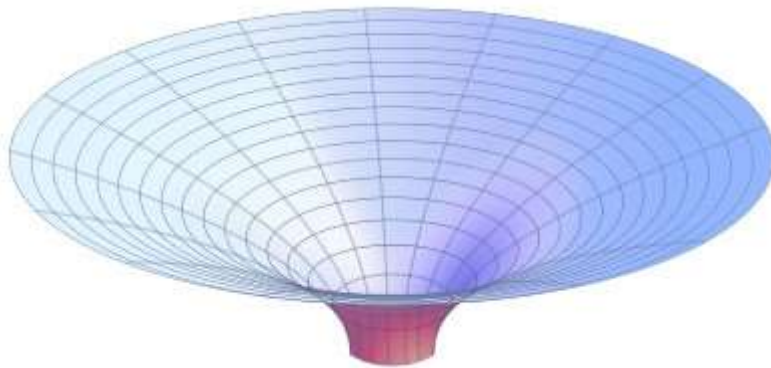


Abbildung 18 zeigt das Flammssche Paraboloid

Quellenverweis: Wikipedia 2025 [Mrmw](#) - Eigenes Werk, basierend auf: [Lorentzian Wormhole.svg](#):

Eine Raumzeitkrümmung aus unserer Raumzeit 3D wird auf eine Abbildung in einer 2D Raumzeit zurückgeführt. Mathematisch ist da alles mit einer Einschränkung sauber. Die ART braucht für die Raumzeitkrümmung keinen höherdimensionalen umgebenden Raum. Das Bild zeigt die 2D Raumzeitkrümmung explizit mit einer extrinsischen Ausprägung in 3D. Das ist laut ART falsch. Man kann es aber anders nicht darstellen. So ein Bild der Raumzeit als Trichter wird als Wurmloch bezeichnet. Entscheidend ist der „Boden“ des Trichters. Wohin geht das „Loch“. Genau hier liegt das Problem. Es gibt kein Loch.

Das Bild mit dem Trichter führt einen auf den Gedanken, dass ein Wurmloch durch die Raumzeitkrümmung erzeugt wird. Das ist auch die allgemeine Lehrbuchmeinung in der Physik. Hier aus der DP heraus ein klares, Nein! Die Raumzeitkrümmung hat nichts, aber auch gar nichts mit dem Übergang zu tun. Das Trichterbild führt uns auf den falschen Pfad. Die Bedingung für den Übergang ist: $d = \frac{l_P}{E_P}$. Da steht was von Länge und Raumzeitdichte. Da kommt keine Raumzeitkrümmung vor. Die Raumzeitkrümmung ist der Ausgleich der Raumzeit zu einer Raumzeitdichte. Der Übergang ist aber die Raumzeitdichte und nicht die Raumzeitkrümmung. Ok, der Übergang liegt auf dem Boden des Trichters und die Raumzeitkrümmung führt dort hin. Die Raumzeitkrümmung ist aber nicht der Übergang. Es gibt keine Singularität der Raumzeitkrümmung. Der Boden muss in dieser Darstellung einfach eine flache Scheibe sein. Die Raumzeitkrümmung geht nur bis zur Raumzeitdichte. Damit ist der Boden flach. Genau dieser flache Boden ohne Raumzeitkrümmung muss mit einer höheren Raumzeit verbunden sein.

Die Raumzeitdichte und nicht die Raumzeitkrümmung ist der Grund für den höherdimensionalen Übergang

Gegenprobe: Wenn der Übergang in der Raumzeitkrümmung liegt, dann müsste es für die Raumzeitkrümmung einen maximalen Wert oder eine Singularität geben. Bei der Singularität haben wir einen unendlichen Wert, das kann kein Übergang sein. Haben wir einen maximalen Wert, dann müsste das Wachstum eines Schwarzen Loches begrenzt sein. Die Raumzeitkrümmung erreicht dann nur noch diesem Wert. Es könnte nicht noch mehr Materie in das Schwarze Loch fallen. Eine Wachstumsgrenze für ein Schwarzes Loch ist nicht bekannt.

3.8.1.2 4D zu 3D

Was können wir an einer Raumzeitdichte, welche auch in 4D liegt, erkennen? Das können nur noch die über den Übergang verbundenen Eigenschaften aus unserer Raumzeit sein. Bei der Raumzeitdichte ist dies nicht viel. Wir erkennen nur die Eigenschaften der Energie. Holen wir mal wieder die Formel für die Energie:

$$E = \sqrt{m^2 c^4 + p^2 c^2}$$

Der erste Term ist dann die Ruhemasse des Schwarzen Loches. Der zweite Term ist die Bewegung des Schwarzen Loches in unserer Raumzeit. Da ist der Impuls und der Drehimpuls. Ende der Fahnenstange, mehr haben wir nicht.

3.8.1.3 Informationsparadoxon

Moment mal! Wir kennen uns doch in dem Thema aus. Ein Schwarzes Loch hat zur Masse und Eigenbewegung noch mindestens die Eigenschaft elektrische Ladung. Die Ladungen dürfen nicht einfach verschwinden. Das führt uns direkt zum Informationsparadoxon eines Schwarzen Loches.

Die erste Begrenzung über den Inhalt des Schwarzen Loches kommt aus der Raumzeitkrümmung. Wir stimmen mit der QFT überein, dass alle Wechselwirkungen des Standardmodells ohne Gravitation nur über Austauschteilchen übermittelt werden können. Das schnellste davon ist, das Photon. Ein Schwarzes Loch zeichnet sich gerade dadurch aus, dass auch ein Photon den Ereignishorizont nicht verlassen kann. Damit kann keine einzige Eigenschaft aus der QFT außerhalb des Ereignishorizontes bekannt sein.

Es ist in der QFT ein mathematisches Theorem, dass keine Information einfach verschwinden kann. Da wir die Mathematik zur QFT nicht verändern, sondern bestätigen, müssen wir uns an dieses Theorem halten. Das wir Menschen außerhalb des Schwarzen Loches an diese Information nicht mehr herankommen ist aber nicht das Paradoxon, sondern nur unsere eigene Arroganz. Dies ist nicht wichtig.

Das Problem liegt in der Hawking-Strahlung. Der exakte Mechanismus ist hier nicht relevant. Wichtig ist, dass ein Schwarzes Loch seine Energie als Strahlung abgeben kann. Die Photonen vom Rand des Ereignishorizontes tragen aber keine Information zur elektrischen Ladung. Die Hawking-Strahlung besteht aber nur aus Photonen. Wo ist diese Information hin?

Die Information ist tatsächlich, auf dem „Boden“ des Trichters, nicht mehr vorhanden. Wir verletzen das Informationstheorem trotzdem nicht. Den Grund könnt ihr euch vermutlich schon denken. Der dimensionale Übergang. Der niederdimensionale Übergang zwischen 3D und 2D erzeugt die gesamte QFT. Nur im Zentrum eines Schwarzen Loches sind wir beim Übergang von 3D auf 4D.

Die Bedingung für ein Schwarzes Loch ist: $d = \frac{l_p}{E_p}$

Die Bedingung für eine Abbildung über die niederdimensionale Grenze ist:

$$\text{Wirkung } h = l_p * m_p * c$$

$$\text{Zustand } l_c * m_c = l_p * m_p$$

Die Bedingung in d ist explizit so, dass wir entweder eine Länge kleiner l_p haben oder Energie mit einer Masse größer m_p . Dann können wir über die niederdimensionale Schnittstelle weder eine Wirkung noch einen Zustand in unserer Raumzeit abbilden.

Das macht absolut Sinn. Die QFT ergibt sich über die Schnittstelle 2D zu 3D. Im Schwarzen Loch sind wir aber aus der Raumzeit raus und genau auf der Grenze zu 4D. Da gibt es keine 2D-Abbildung mehr. Mit der Bildung eines Schwarzen Loches, verliert die 3D Raumzeitdichte ihre 2D

Abbildung für die QFT. Die QFT ist dort nicht mehr zuständig und kann keine Aussage zum höherdimensionalen Übergang machen. Es gibt keine Informationsparadoxon aus der QFT heraus in einem Schwarzen Loch. Die QFT verliert im Zentrum eines Schwarzen Loches ihre Gültigkeit. Es gibt tatsächlich keine niederdimensionale „innere“ Struktur der Raumzeitdichte mehr. Damit keine Informationen. Es ist sogar umgekehrt richtig. Wenn die Hawking-Strahlung etwas anders sein könnte außer einem Photon, dann hätten wir ein Problem.

Eventuell könnt ihr ab hier erahnen, wie ich mich fühle, wenn immer und immer wieder die große Versprechung kommt, dass nur die QFT mit einer Quantengravitation das Rätsel der Singularität in einem Schwarzen Loch lösen kann, **lol**.

3.8.2 Niederdimensionale Grenze

Die exakte Beschreibung der Schnittstelle ist der gesamte Teil 3 QFT. Hier gehen wir nur auf einen Punkt ein. Wenn alles eine Verformung der Raumzeit durch Dichte und Krümmung ist, warum können wir diese Geometrie nicht direkt aus dem niederdimensionalen erkennen. Wir sagen nicht, dass ein Elementarteilchen eine Raumzeitkrümmung hat. Es kommen neue Bezeichnungen wie Spin und Ladung dazu. Dies deutet darauf hin, dass man eine Raumzeitgeometrie über einen dimensionalen Übergang nicht so einfach erkennen kann.

Das Ganze ist sogar noch viel wilder. Man kann über so eine Grenze in einem ersten Ansatz, überhaupt keine Geometrie erkennen. Die Stelle wäre fast das Ende der DP gewesen. Es war klar, dass dieser Übergang eine der wichtigsten Eigenschaften der DP sein wird. Ich konnte aber eine sehr lange Zeit keine geometrische Abbildung über die Grenze hinweg finden. Im Nachgang war die Lösung so einfach und offensichtlich, dass ich mich dafür wirklich geschämt habe. Wenn mal die Lösung da ist, ist alles sehr einfach. Man muss aber erstmal darauf kommen. Die Lösung ist die Schnittstelle selbst. Ab diesem Punkt haben sich dann fast alle weiteren Probleme wie von selbst gelöst. Es bedurfte dann nur noch etwas Zeit und Hirnschmalz.

3.8.2.1 Nichts geht mehr

Das eigentliche Problem ist nicht ein niederdimensionaler Übergang, sondern grundsätzlich der Übergang mit einer unterschiedlichen Anzahl von Raumdimensionen.

Wir starten einfach und stellen uns ein Volumen vor. Länge * Breite * Höhe. Das Volumen hat in unserer Raumzeit eine Ausdehnung und eine Oberfläche. Das ist noch alles klar. Jetzt nehmen wir eine Fläche mit Länge * Breite und Höhe = 0. Eine Raumdimension muss null sein. Das ist die Definition von niederdimensional. Dann sind das Volumen und die Oberfläche per Definition auch null.

Aber wir können für die Fläche doch Länge, Breite und Flächeninhalt angeben. Das sind doch Abmessungen. Ja schon, aber das ist wieder eine mathematische Abstraktion, ähnlich der Diskussion mit dem Punkt, dieses Mal auf 2D. In 3D können wir den Anfang oder das Ende von Länge oder Breite nicht erkennen. Die Höhe ist null. Für uns als 3D-Wesen ist da Nichts. Eine 2D-Fläche ist mathematisch abstrakt beschreibbar, aber real in einer 3D-Raumzeit nicht erkennbar. Das wir auch nicht besser, wenn wir aus der Fläche eine Sphäre machen (ein geschlossenes Objekt). Denn die Höhe oder Dicke der Fläche, welche die Sphäre begrenzt, ist per Definition null. Da ist nichts.

Das Ganze muss sich jeder mal separat in einem ruhigen Stunden selbst überlegen. Ihr kommt auf folgendes Ergebnis:

Über die dimensionale Grenze kann keine geometrische Größe weitergeben werden

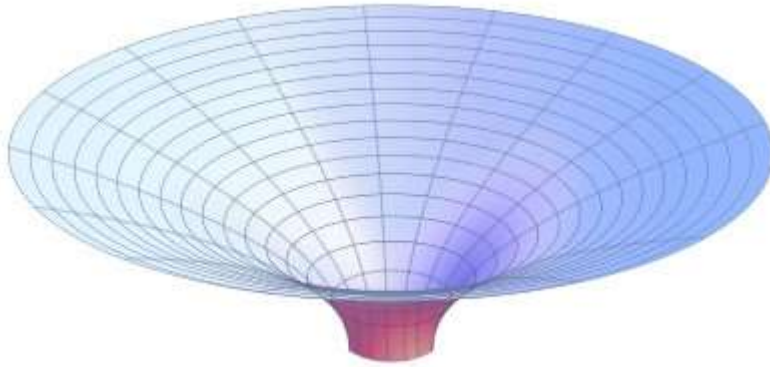
Länge, Volumen, Oberfläche oder auch nur eine Entfernung, sind Angaben, welche immer nur in der eigenen n dimensionalen Raumzeit eine sinnvolle geometrische Angabe entsprechen. Es ist vollkommen egal, welche Form die nieder- oder auch höherdimensionale Geometrie hat. In der

eigenen Raumzeit ist diese Geometrie nicht erkennbar. Das ist verdammt wenig. Wir werden in Teil 3 sehen, dass genau dieses Verhalten und die fehlende Zeit aus Abschnitt 3.9 die Beschreibung der QFT so „seltsam“ werden lassen.

Wir müssten schon irgendetwas erkennen können, sonst ist unser Ansatz falsch. Es ist gar nicht notwendig, geometrische Form erkennen zu können. Wir müsse Raumzeitdichte erkennen. Darauf baut alles auf.

3.8.2.2 Das Problem ist die Lösung: Extrinsische Ausprägung

In der Lehrbuchbeschreibung der ART liegt die Raumzeitkrümmung und damit auch die Raumzeitdichte immer intrinsisch in der Raumzeit. Holen wir unser Trichterbild, Abbildung 18.



Das bedeutet, die Raumzeitkrümmung muss in der Ebene liegen. Bei dem Trichter wird die Raumzeitkrümmung aber explizit aus der Ebene heraus nach unten gezeichnet. Damit ist dies eine extrinsische Darstellung und für die ART eigentlich falsch. Wirklich? Warum will man in der ART keine extrinsische Darstellung haben? Genau hier liegt die Lösung.

Dann müsste unsere 3D Raumzeit in eine höhere Raumzeit eingebettet sein. Da man mit so wenig zusätzlichen Annahmen wie möglich auskommen will, lässt man dies weg und macht die Abbildungen intrinsisch. Das ist mathematisch kein Problem. Die Beschreibung der ART könnte aber genauso gut extrinsisch erfolgen. Das ist hier die Anwendung von Ockhams Rasiermesser.

Zum Glück sind wir in der Beschreibung der DP. Durch die Raumzeitgrenzen ergibt sich zwingend, dass die niederdimensionalen Raumzeiten in unserer Raumzeit eingebettet sind. Unsere Raumzeit ist dann wieder rum in mindestens eine höherdimensionale Raumzeit eingebettet, da wir Schwarze Löcher haben. Die Raumzeitgrenzen existieren. Daraus folgt für uns, dass wir ohne Einschränkung eine extrinsische Beschreibung benutzen dürfen. Wir werden in Teil 3 erkennen, dass wir bis auf eine Ausnahme, die Ruhemasse, sogar nur extrinsische Eigenschaften erkennen können.

Hier ein falsches Bild von einer 2D Fläche in einem 3D Volumen. Da kann in der 2D Fläche so viel 2D-Geometrie vorhanden sein wie will. Wir können nichts erkennen. Die Fläche ist nur eine Abstraktion.

Bild 19

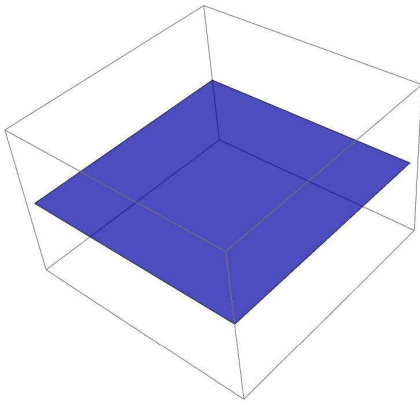


Bild 20

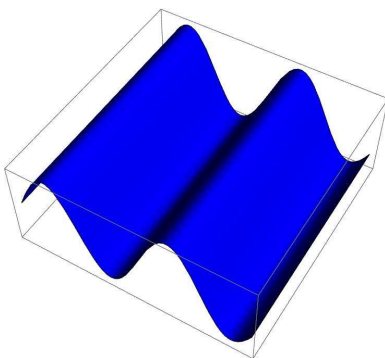


Abbildung 19 zeigt einfach eine Fläche. Bei einer echten 2D-Abbildung würden wir nichts erkennen können. Abbildung 20 zeigt eine Welle. Bei der Welle ist in einem 3D-Raumzeitvolumen mehr 2D-Raumzeitvolumen vorhanden.

Wenn wir die 2D-Fläche aber extrinsische zu einer Welle verformen, dann enthält das 3D Volumen mehr 2D-Raumzeit. Das ist eine Erhöhung der Raumzeitdichte im 3D-Volumen. Das ist mehr niederdimensionale Raumzeit enthalten. Das bedeutet, wenn wir uns von der Vorgabe keine extrinsische Verformung zu benutzen lösen, dann haben wir eine Möglichkeit für eine erkennbare Raumzeitdichte gefunden.

Die dimensionale Schnittstelle, welche keine geometrischen Eigenschaften übergibt, bedingt durch die Einbettung aber auch, dass wir eine extrinsische Ausprägung benutzen können. Diese Ausprägung können wir in 3D erkennen. Eine reine Wellendarstellung kann in 2D nicht erkannt werden. Es muss immer über die Raumzeitdichte gehen. Zur Kombination fehlt uns noch etwas, das werden wir aber in Teil 3 besprechen. Wir haben hier erstmal einen möglichen Übergang für die Abbildung von Raumzeitdichte in 3D gefunden.

3.8.2.3 Das Problem ist die Lösung: Schwarzes Loch

Wellenabbildung klingt schon mal, als ob es für die QFT in die richtige Richtung geht. Für die QFT müssen wir den gesamten Teilchen-Zoo des Standardmodells in niederdimensionalen Raumzeitkonfigurationen abbilden. Da ist die Möglichkeit mit der extrinsischen Abbildung schon mal ein Anfang. Das reicht für die benötigte Vielfalt aber niemals aus. Schön zu wissen, dass da noch was fehlt. Nur was ist es denn? Die Lösung haben wir uns jetzt schon 2-mal angeschaut und darüber diskutiert.

Trommelwirbel, die Lösung ist: Der Trichter. Das Bild lasse ich hier weg, sonst wäre es keine Überraschung geworden. Über den Trichter in Verbindung mit den Raumzeitgrenzen, sind wir auf die Idee gekommen, dass wir eine extrinsische Abbildung wie den Trichter benutzen dürfen. Frage: Welches Objekt soll der Trichter abbilden? Genau, ein Schwarzes Loch. Was ist ein Schwarzes Loch? Richtig, der höherdimensionale Übergang. Wir brauchen im niederdimensionalen eine Abbildung eines Schwarzen Loches. Dann haben wir einen höherdimensionalen Übergang von 2D auf 3D und sind genau da, wo wir hinwollen, in unserer Raumzeit. Das steht hier in dem Absatz so einfach da. Glaubt mir, diese einfache Idee war eine schwere Geburt.

Dieses Schwarze Loch ist dann auch gleich der Grund für Teilchen mit Ruhemasse. Witzig ist, dass es in etlichen Lehrbüchern eine kleine Rechnung zu einem Schwarzen Loch gibt. Berechnen Sie bitte, warum ein Elektron kein Schwarzes Loch sein kann. Die Berechnung ist einfach und hat als Ergebnis einen Schwarzschildradius von ca. $1.353 \cdot 10^{-57}$. Dies ist kleiner als die Planck-Länge. Damit kann ein Elektron kein Schwarzes Loch sein. Wir werden später sehen, dass diese Aussage für unsere Raumzeit absolut richtig ist. Es gibt eine minimale Grenze für den Schwarzschildradius. Der ist beim Elektron um viele Größenordnungen unterschritten. Das Elektron ist aber das perfekte Schwarze Loch in einer 2D-Raumzeit. Mit einem wesentlich kleineren Dimensionalen Konstante als in dieser Raumzeit. Jede Raumzeit hat ihre eigenen Planck-Werte. Die Planck-Masse einer einfachen 2D Raumzeit kennen wir jetzt schon, die Ruhemasse des Elektrons.

3.9 Zeit

Dem Mysterium der Zeit gebührt mit Sicherheit mehr als nur ein Abschnitt in diesem Kapitel. Wir dürfen uns sicher sein, dass wir dies hier auch nicht vollständig lösen werden. Wir benötigen für die DP eine passende logische Beschreibung der Zeit. Dies wird hier besprochen, da in der DP die Zeit nur im Zusammenhang mit den Raumzeitgrenzen verständlich ist.

Zeit ist immer mit einer Veränderung verbunden. Ohne eine Veränderung könnte auch keine Zeit erkannt werden und umgekehrt. In der DP ist alles, was wir erkennen können mit mindestens einer Raumdimension verbunden. Um eine Dichte abbilden zu können benötigen wir mindestens eine Raumdimension. Eine Veränderung einer Abbildung ist damit immer die Veränderung von Raumdimension und der Zeit. Zeit und Raum sind damit nicht unabhängig.

Wir sind bereits mit einem Ansatz aus der ART gestartet. Daher ist es klar, dass wir mit einer Raumzeit als ein untrennbares Objekt arbeiten müssen. Es macht aber trotzdem Sinn, sich diese Einheit als Folgerung einer Dichte auf die Raumdimension herzuleiten. Da Raum und Zeit nicht unabhängig sind, bleiben wir bei der Raumzeit und Raumzeitdichte.

Es bleibt aber die Frage offen, warum die Zeit nicht einfach gleichbleibend vergeht, wenn sich die Raumdichte verändert. Das liegt daran, dass die Veränderung der Raumdichte eine Veränderung der Raumdefinition ist. Die Geschwindigkeit ist Länge durch Zeit. Die Zeit bleibt gleich, die Länge wird bei Beschleunigung aber „kürzer“. Das Objekt würde bei Beschleunigung langsamer werden. Das entspricht wohl nicht der Beobachtung. Die Rechnung der ART funktionieren nur, weil man aus der Zeitdimension eine Raumdimension gemacht hat. Nochmal: Die Zeitdimension ist in der ART wie auch in der SRT eine Raumdimension mit unterschiedlichen Vorzeichen. Bei der Raumdimension verändert sich die Definition der Geometrie. Damit muss sich auch die Zeitdimension als die Definition der Zeit verändern. Raum- und Zeitdimension verändern die Definition was eine Längeneinheit oder eine Zeiteinheit ist. Da wird nichts gequetscht oder gezogen.

Die Zeit ist damit an die Raumzeitkonfiguration gebunden. Verändert sich diese Konfiguration, zum Beispiel eine Raumdimension weniger, dann ist dies nicht mehr die identische Raumzeit. Das Objekt Raumzeit wird verlassen. Dann muss auch die Zeit gegen null laufen. Daher muss jede Raumzeitkonfiguration seine eigene Zeitdimension haben.

Daraus können wir für uns folgende Dinge ableiten:

- Die Zeit einer Raumzeit kann nicht über die dimensionale Grenze weitergehen
- Jede für sich separat existierende Raumzeitkonfiguration hat eine eigene, nur an diese Raumzeit gebundene Zeitdimension. Die Zeitdimension ist nicht nur dynamisch, diese ist auch lokal je Raumzeit. Daher zählen wir die Zeitdimension bei der Anzahl der Raumdimensionen nicht mit. Es ist immer eine zusätzliche Zeitdimension vorhanden. Wir zählen bei einem Menschen auch nur einen und nicht einen Menschen und einen Kopf. Der ist immer dabei.
- Der dimensionale Übergang liegt nur auf den Raumdimensionen aber nie auf der Zeitdimension

Die Raumzeitgrenzen sind aus Sicht der Zeit erreicht, wenn man keine Wirkung an einem Zustand mehr erreichen kann, keine Veränderung mehr. Dann kann man keine Zeit mehr feststellen. Schauen wir uns nochmal die kleinen Formeln zu Wirkung und Zustand in unserer Raumzeit an:

$$\text{Wirkung } h = l_p * m_p * c$$

$$\text{Zustand } l_c * m_c = l_p * m_p$$

Nehmen wir jeweils nur die rechte Seite und setzen die Wirkung zu Zustand ins Verhältnis:

$$\frac{\text{Zustand}}{\text{Wirkung}} = \frac{l_p * m_p}{l_p * m_p * c} = \frac{1}{c}$$

Das ist der „Widerstandswert“ der Raumzeit gegen eine Veränderung. Der ist bei c überbrückt und es kann keine Veränderung mehr geben. Die Wirkung aus dem niederdimensionalen muss die Zustandsabbildung aus dem niederdimensionalen noch verändern können. Das ist die niederdimensionale Grenze.

Wir können aus diesen Überlegungen die Zeit mit dem Abstandsmaß zu den Grenzen der Raumzeit gleichsetzen.

Die Zeit ist ein Abstandsmaß zur Raumzeitgrenze

Damit gibt es in der DP keinen Fluss der Zeit oder einen Zeitpfeil. Die bessere Sichtweise ist, dass das Erleben der Zeit die ständige Abstandsmessung zur Raumzeitgrenze ist. Daher gibt es keine Vergangenheit. Es kommt immer die nächste Messung zur Grenze. Der „Messwert (Die Definition der Zeiteinheit)“ kann sich aus der Vergangenheit wiederholen. Es ist aber eine andere Messung. Der Zeitfluss ist die Reihe der Abstandsmessungen.

Zum Abschluss noch eine oft gestellte Frage: Warum gibt es nur eine Zeitdimension? Diese Frage lässt sich mit unserer neuen Sichtweise leicht erklären. Das Objekt Raumzeit kann genau einmal verlassen werden. Dann ist man raus. Wir können die Raumzeit nicht nochmal verlassen, wenn wir schon draußen sind. Daher kann es nur eine Zeitdimension geben. Der Zeitverlauf ist die Abstandsmessung zur Raumzeitgrenze. Da ist nur eine Zeitdimension je Raumzeit möglich.

Die Idee, dass die Zeit eine Abstandsmessung ist, hat noch einen weiteren Grund: Das Relativitätsprinzip. Damit lässt sich eine lokal gleichbleibende Zeit sehr gut erklären. Das wird im nächsten Kapitel durchgearbeitet.

4 Spezielle Relativitätsprinzip (SRT)

Die SRT basiert auf nur 2 Prinzipien

- Relativität
- Lichtgeschwindigkeit

Das klingt doch sehr einfach. Ist es auch. Wir werden hier die Dinge trotzdem entgegen dem Lehrbuchansatz anschauen müssen. Mit der DP haben wir einen für das Relativitätsprinzip wichtigen Aspekt verschoben. Es sieht so aus, dass eine Raumzeitdicke und damit auch der Bewegungszustand einen „absoluten“ Wert haben. Wir werden sehen, dass dies so nicht ist. Allerdings ist eine Information von kleiner und größer zwischen Bewegungszuständen vorhanden. Laut dem Lehrbuchansatz des Relativitätsprinzips ist dies nicht erlaubt. Jedes Objekt kann sich als in Ruhe betrachten und es darf kein kleiner oder größer geben. Schon das Wort „Bewegungszustand“ ist dort nicht richtig. Dieser hängt immer vom gewählten Bezugssystem ab. Man kann einem Objekt keinen Zustand in der Bewegung eindeutig zuordnen. Doch, genau das werden wir. Um noch einen obendrauf zu legen, werden wir das Relativitätsprinzip für alles, was im Universum existiert, zwingend daraus erzeugen. Klingt doch spannend.

Es kommt dann immer, das Gegenargument der Lorentz-Äther-Theorie. Hier ist wichtig, dass wir nie einen Äther benutzen. Es gibt nur Raumzeit. Ein zusätzlicher Äther in irgendeiner beliebigen Form wird durch die DP explizit verboten. Ein passender Gedanke aus der DP heraus ist, dass die Raumzeit und der Äther eine einzige Identität sind.

Die Existenz der Lichtgeschwindigkeit als eine maximale Geschwindigkeit haben wir schon im vorhergehenden Kapitel gezeigt. Das ist aber nicht ausreichend. Es muss zusätzlich gezeigt werden, warum diese Grenze lokal für jeden Beobachter identisch ist. Wenn es ein kleiner und größer gibt, dann können wir doch feststellen, wer näher an der Raumzeitgrenze dran ist, oder? Nein, können wir nicht. Dies hat nichts damit zu tun, dass die Lichtgeschwindigkeit für alle Beobachter identisch definiert ist. Hier geht es wieder einmal darum, dass alle Verformungen der Raumzeit eine Veränderung der Definition der Geometrie sind.

4.1 Geschichte zur Entwicklung der SRT

Wir gehen hier den klassischen Weg. Wir fangen bei Galileo an und gehen über Newton, Maxwell und Lorentz zu Einstein weiter. Dann werden wir feststellen, dass Einstein mit der Kombination von Lichtgeschwindigkeit und Relativitätsprinzip zwar alles richtig gemacht hat, sich aber auch einen großen Spaß erlaubt hat. Dies wird oft nicht erkannt. Ist für uns aber essenziell. Daher werden wir die Abfolge der Entwicklung etwas ausführlicher betrachten. Mir ist klar, dass dieser Abschnitt für „eingeweihte“ etwas zäh werden kann. Bitte trotzdem lesen. Ich bin gespannt, ob Euch diese Erkenntnis so bekannt war. Die meisten übersehen dies und stürzen sich gleich auf die Rechnungen. Dann habt Ihr aber den spaßigen Teil der SRT nicht entdeckt.

4.1.1 Galileo

Galileo wird oft als der Urvater der modernen Physik angesehen. Für uns hat Galileo das wichtigste Gedankenexperiment in die Physik mit eingebracht, die abgeschlossene Kiste. Die brauchen wir bei der SRT ohne und in der ART mit Wechselwirkung. Das war die Grundidee von Galileo zum Relativitätsprinzip. Die abgeschlossene Kiste war bei Ihm eine Schiffskabine, ohne eine Möglichkeit nach außen zu sehen. Das Ganze auf einem sehr ruhig fließenden Wasser. Bei Einstein später ein Aufzug oder ein Raumschiff. Jeder ist ein Kind seiner Zeit.

Sitzen wir in so einer Schiffskabine, können wir nicht feststellen, ob wir mit dem Wasser uns bewegen oder stehen. Es fehlt ein Bezugssystem oder Bezugspunkt, um die Bewegung feststellen zu können. Daraus wird abgeleitet, dass sich Bewegung nur relativ zu einem Bezugspunkt feststellen lässt. Wir erweitern das Gedankenexperiment mit zwei Kisten, die nur einen kleinen Sehschlitz offen haben. Etwas anderes als die Kisten selbst ist jeweils nicht zu erkennen.

Bild 21

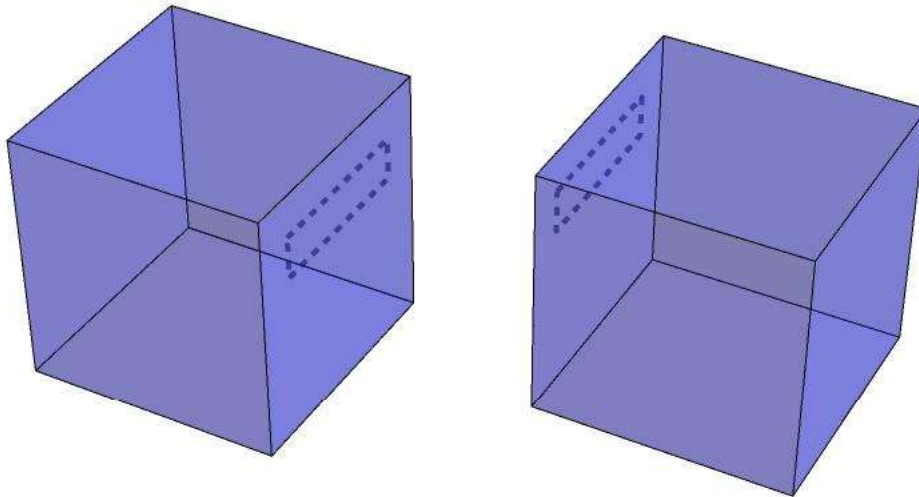


Abbildung 21 zeigt zwei abgeschlossene Kisten mit einem „Sehschlitz“. Es gibt keinen weiteren Bezugspunkt.

Wenn wir in einer Kiste sitzen und rausschauen, so können wir die andere Kiste sehen, wie diese mit gleichbleibender Geschwindigkeit an unserer Kiste vorbeizieht. Wenn wir keine Beschleunigung spüren können, dann können wir für uns nicht feststellen, ob wir uns bewegen und der andere in Ruhe ist oder umgekehrt. Es könnten sich auch beide Kisten mit unterschiedlicher Geschwindigkeit bewegen und niemand ist in Ruhe. Die einzige erkennbare Größe ist der Unterschied in der Bewegung zwischen den beiden Kisten. Wir können nur die relative Bewegung der Kisten zueinander feststellen. Es könnten sich auch beide Kisten gleichschnell in eine Richtung bewegen, dann würden wir zwischen den Kisten keine Bewegung erkennen. Das ergibt das Relativitätsprinzip.

Zu einem Relativitätsprinzip gehört immer eine Transformation. Das ist der Wechsel der Sichtweise von der einen Kiste zur anderen Kiste. Dies wird die Galileo-Transformation genannt.

4.1.2 Newton

Das Relativitätsprinzip ist so einfach und logisch klar, dass dies Newton als Grundlage für seine Beschreibung der Physik ebenso benutzt hat. Newton hat hier den Begriff eines Inertialsystems geprägt. Dies unterliegt keine Beschleunigung und ist damit in Ruhe oder in einer gleichförmigen und geraden Bewegung. Damit ist jedes Inertialsystem als Bezugssystem für die Feststellung einer relativen Bewegung geeignet. Insbesondere gelten die Axiome von Newton nur in einem Inertialsystem. Das entscheidende an der Aussage von Newton ist für uns, dass ein Inertialsystem in Ruhe **oder** geradlinig gleichförmiger Bewegung befinden kann. Das lässt sich nicht unterscheiden.

4.1.3 Maxwell

Die Welt war nach Newton für ca. 200 Jahre in Ordnung. Bis James Clerk Maxwell gekommen ist. Dieser hat eine ähnliche große Leistung wie Newton vollbracht. Newton hat alle einzelnen losen Ideen zur klassischen Mechanik in einer einzigen nahezu vollständig konsistenten Theorie zusammengeführt. Maxwell hat dies mit den einzelnen Teilen der Beschreibung von Elektrizität und Magnetismus gemacht und mit der Elektrodynamik auch eine nahezu vollständige konsistente Theorie abgeliefert.

Dadurch ist aber ein uns bekanntes Problem aufgekommen. Die beiden großen Theorien, welche die gesamte Physik zur damaligen Zeit beschreiben sollten, haben an einigen Stellen nicht zusammengepasst. Irgendwie wiederholen sich im Laufe der Zeit die Probleme immer wieder. Wir greifen uns zwei wichtigen Punkte heraus.

1. Die Beschreibung von magnetischer und elektrischer Wirkung zueinander ist in bestimmten Situationen mit der Galileo-Transformation nicht vereinbar. Wir benötigen je gewähltem Bezugssystem eine andere Beschreibung. Die Physik sollte aber keinen Unterschied zwischen den Bezugssystemen machen. In allen Inertialsystemen sollen die Gesetze und Formeln der Physik identisch sein.
2. Laut Maxwell können wir die Lichtgeschwindigkeit mit folgender Formel festlegen:

$$c = \sqrt{\frac{1}{\epsilon_0 * \mu_0}}$$

Das Problem bei der Beschreibung ist, dass ϵ_0 die elektrische Feldkonstante und μ_0 die magnetische Feldkonstante jeweils unveränderliche Naturkonstanten sind. Dies unabhängig vom Bewegungszustand. Dann muss auch c zwingend eine unveränderliche Naturkonstante sein. Die Lichtgeschwindigkeit muss immer gleich sein, egal aus welchem Bezugssystem. Alle Naturkonstanten müssen in jedem Bezugssystem identisch sein. Diese Bezugssysteme waren noch Inertialsysteme. Damit durften diese sich gleichmäßig und geradlinig bewegen. Wie soll die Lichtgeschwindigkeit gleichbleiben, wenn man diese aus einem bereits bewegten Inertialsystem beobachtet?

4.1.4 Lorentz

Zu dieser Zeit war Newton der Halbgott der Physik. Daher hatte man eine Lösung gesucht, die unbedingt mit der Beschreibung von Newton übereinstimmen musste. Der Lösungsansatz war der Äther. Man wusste bereits, dass die Lichtgeschwindigkeit zu dem Licht gehört und damit eine elektromagnetische Welle ist. Also musste diese Wellenbeschreibung ein Medium besitzen. Wie die Welle im Wasser oder der Schall in der Luft. Dieses Medium zur Ausbreitung und Anregung der elektromagnetischen Welle soll der Äther sein. Dann hat die Lichtgeschwindigkeit nur zum Äther diesen absoluten und festen Wert der Geschwindigkeit. Das Relativitätsprinzip nach Galileo wäre damit gerettet.

Es wurde schon früh erkannt, dass diese Äther sehr seltsame Eigenschaften haben muss, damit dies alles funktioniert. Zusätzlich konnte dieser Äther in keinem Experiment nachgewiesen werden. Insbesondere das Experiment von Michelson und Morley aus dem Jahre 1881 und 1887 hat einer Äther-Theorie große Probleme bereitet. Dort sollte ein Äther über die Bewegung der Erde durch den Äther gefunden werden. Das Ergebnis war negativ und ist es bis heute geblieben.

Die Rettung des Äthers für dieses Experiment ist dann von Lorentz gekommen. Es wurde eine neue Transformation entwickelt, die Lorentz-Transformation. Diese ist so aufgebaut, dass eine Existenz eines Äthers mit dem Michelson-Morley-Experiment verträglich ist. Dafür musste aber in Bewegungsrichtung eine Länge kürzer und die Zeit langsamer werden. Längenkontraktion und Zeitdilatation waren als mathematische Gegebenheiten schon vor der SRT bekannt. Für Lorentz

war die Längenkontraktion nur im elektromagnetischen Feld (Äther) vorhanden und die Zeitdilatation ein reines mathematisches Hilfsmittel.

Rein mathematisch hatte Lorentz eine Lösung gefunden. Jetzt kommt der Witz an der Sache. Diese ist für eine Äther-Theorie entwickelt worden. Damit funktioniert die Lorentz-Transformation nur mit einem absoluten Nullpunkt und der dazugehörigen absoluten Geschwindigkeit. Das sollte klar sein. Wenn eine absolute Geschwindigkeit angenommen wird, dann muss es dazu einen absoluten Nullpunkt geben. Hier eben alles in Bezug auf einen Äther.

4.1.5 Einstein

Jetzt aber endlich zu unserem Spaßvogel. Einstein hat zur Entwicklung der SRT, aus meiner Sicht, folgende Annahmen getroffen:

- Maxwell hat Recht und nicht Newton! Die Lichtgeschwindigkeit ist für alle Beobachter der identische absolute Wert.
- Wenn die Lorentz-Transformation das Problem mathematisch löst, dann muss diese das passende Modell sein.
- Das Relativitätsprinzip muss für die gesamte Physik richtig sein. Die Gleichungen von Maxwell sollten sich nicht je Bezugssystem verändern.
- Da kein Äther gefunden wurde, gibt es auch keinen.

Diese Punkte sind ausreichend, um auf die SRT zu kommen. Wir können damit folgende Logik aufbauen:

- Es gibt keinen Äther.
- Damit ist die relative Bewegung direkt im Raum
- Alle Bedingungen für ein Relativitätsprinzip müssen direkt im Raum liegen.
- Wenn aus der Lorentz-Transformation für eine absolute Lichtgeschwindigkeit eine Längenkontraktion und eine Zeitdilatation benötigt werden, dann muss diese direkt auf dem Raum und der Zeit abgebildet werden.
- Da Längenkontraktion und Zeitdilatation nicht unabhängig voneinander sind, muss man Raum und Zeit als Raumzeit betrachten.

Damit erhält man fast die SRT. Für eine saubere Begründung der Längenkontraktion und Zeitdilatation der Raumzeit, was zu Einsteins Zeit eine sehr mutige Annahme war, hat Einstein viel mit der Gleichzeitigkeit in der Raumzeit argumentiert. Besser ausgedrückt, mit der nicht mehr vorhandenen Gleichzeitigkeit. Dafür musste er eine zusätzliche Annahme machen, welche vorher nicht gegeben war. Die Lichtgeschwindigkeit ist nicht nur konstant, sondern auch noch maximal. Laut Maxwell ist c einfach nur konstant für elektromagnetische Wellen. Für Einstein musste diese nun maximal für jegliche Wirkung in der Raumzeit sein. Nur mit dieser Erweiterung ergibt sich eine SRT. Daher sieht diese Bedingung für viele wie ein „Fremdkörper“ in der Theorie aus.

Durch die maximale Geschwindigkeit kann es für eine Wirkung von einem Raumzeitpunkt zu einem anderen Raumzeitpunkt keine Gleichzeitigkeit mehr geben. Die Wirkung benötigt immer Zeit zwischen den Raumzeitpunkten. Wenn es eine Längenkontraktion und eine Zeitdilatation zwischen diese Raumzeitpunkten gibt, wird dies immer stärker sichtbar. Wir werden gleich eine andere Vorgehensweise aufbauen, die zur DP besser passt und die Diskussion mit der Gleichzeitigkeit für Längenkontraktion und Zeitdilatation umgeht.

Ok, soweit der historische Exkurs. Wo liegt jetzt der Witz an der Sache?

4.2 Grundlage der SRT für die DP

Wenn wir dieser Logik folgen, dann erkennen wir, nach meiner Meinung, den Witz an der Sache nicht. Gleiches gilt für die Argumentation mit der Gleichzeitigkeit, welche wir hier nicht weiterverfolgen werden. Genau so wird es aber in den Lehrbüchern erklärt. Daher fällt es fast keinen auf. Einstein hat nicht einfach das alte Relativitätsprinzip von Galileo verändert. Er hat ein komplett anderes Relativitätsprinzip aufgebaut. Die Grundannahmen von Galileo-Transformation und Lorentz-Transformation schließen sich gegenseitig aus.

Kein Problem, dann hat eben Einstein Recht und Galileo nicht. Leider geht dies in der DP nicht so einfach. Wir werden als Argumentation für ein Relativitätsprinzip ein drittes Konzept aufbauen. Dieses folgt eher den Annahmen von Galileo und Newton. Zusätzlich muss aber Einstein auch Recht haben, obwohl sich die Ansätze gegenseitig ausschließen. Die SRT ist seit 120 Jahre in allen Berechnungen zu den Experimenten ohne Fehl und Tadel. Diese kann nicht falsch sein. Die unterschiedlichen Ansätze zur Relativität müssen unter bestimmten Umständen mathematisch identisch sein. Das Kunststück gelingt nur dadurch, dass alle Verformungen der Raumzeit eine Veränderung der Definition der Raumzeitgeometrie sind.

4.2.1 Messung

Wir stellen mal wieder eine einfache Grundfrage: Warum ergibt sich ein Relativitätsprinzip? Das hatten wir doch mit den Kisten besprochen. Das ist so einfach, warum überhaupt diskutieren. Wer dies nicht versteht, braucht sich auch nicht mit der SRT beschäftigen. Genau das ist das Problem. Die Logik mit den Kisten versteht jeder. Die Mathematik dazu ist einfach und wir fangen mit den Berechnungen an. Das ist der Grund, warum die Grundsatzfrage nie gestellt wird. Jetzt mach ich mal eine gewagte Aussage. Wenn wir uns verschiedene Lehrbücher zur SRT ansehen, dann ist für mich klar, die eigentliche Idee hinter dem Relativitätsprinzip hat fast niemand verstanden.

Gehen wir die Grundsatzfrage an. Der Ansatz kommt aus dem Beispiel mit den Kisten. Ein Relativitätsprinzip ergibt sich nur, wenn wir ausschließlich Differenzen zwischen Objekten (Kisten) feststellen können. Wir erweitern diese Aussage ganz allgemein. Das ist nicht nur bei Geschwindigkeiten so. Dies ist ein generelles Problem der Messung. Wir gehen von der Geschwindigkeit weg und machen dies für eine Länge. Dann werden die Beispiele etwas einfacher.

Wir können eine Messung machen, wenn wir mindestens 2 Messpunkte haben. Bei einer Länge ist uns dies klar. Mit einem Messpunkt können wir keine Länge feststellen. Aber auch keine Geschwindigkeit oder elektrische Ladung. Der zweite Messpunkt ist uns nur nicht immer gleich klar. Der andere Messpunkt ist oft der Nullpunkt. Dieser kann aber auch ein Maximalwert sein. Es ist egal, ob wir zu einem maximalen oder einen minimalen Wert eine Messung machen. Für die Angabe eines Wertes benötigen wir immer 2 Messpunkte. Eine Messung ist ein Vergleich. Dies waren bei uns gerade noch die zwei Kisten. Dann können wir eine Differenz messen.

Wir wollen einen absoluten Wert angeben. Dies ist ein Wert, der sich für beliebige Beobachter nicht ändern darf. Dann brauchen wir einen für alle Beobachter identischen Messpunkt. Intuitiv wird dies von uns immer mit dem Nullpunkt gleichgesetzt. Dies bedeutet, sobald wir einen für alle Beobachter allgemeinen Referenzpunkt für die Messung festlegen können, ist ein Relativitätsprinzip nicht mehr möglich. Wichtig für die SRT. Wir dürfen uns bei dem Messwert einer Differenz einig sein. Das nennen wir eine invariante Größe. Die Messpunkte, die zu dieser invarianten Größe geführt haben dürfen dann aber selbst nicht „invariant“ sein. Diese müssen dann explizit unterschiedlich sein, sonst erhalten wir kein Relativitätsprinzip.

Die Grundsatzfrage nun anders formuliert: Wann können wir nur eine Differenz feststellen? Salopp ausgedrückt, wenn uns der Nullpunkt flöten gegangen ist. Es ist uns nicht möglich einen Absolutwert anzugeben, wenn wir keinen allgemeingültigen Referenzpunkt angeben können. Dann ergibt sich zwingend ein Relativitätsprinzip. Die einzigen Angaben sind nur noch Differenzen. Mit dieser Idee gehen wir unsere Varianten nochmal (und versprochen, das letzte Mal) durch. Danach bauen wir die neue Idee zum Relativitätsprinzip für die DP auf.

4.2.2 Relativität mit Galileo-Transformation

Newton und Galileo waren sich beim Relativitätsprinzip einig. Wir bleiben beim gute alte Newton. Aufgrund der Definition seiner Axiome erkennen wir die Sichtweise für die Galileo-Transformation bei Newton am besten. Ein Inertialsystem ist entweder in Ruhe oder in einer geradlinig gleichförmigen Bewegung.

Dort gibt es explizit beide Bewegungszustände und insbesondere wird die Ruhe separat aufgezählt. Damit haben wir einen Nullpunkt und es darf kein Relativitätsprinzip geben. Wo liegt hier der Denkfehler? Das Wort „oder“ ist nicht einfach eine Aufzählung. Dieses „oder“ ist so zu verstehen, dass die beiden Zustände Ruhe und geradlinig gleichförmige Bewegung nicht unterscheidbar sind. Es kann das eine wie das andere sein, da wir die Bewegungszustände nicht unterscheiden können. Das war der Ansatz mit den Kisten. Wir können nicht bestimmen ob wie uns bewegen oder nicht. Damit können wir eine Sache nicht bestimmen, den Nullpunkt. Es folgt ein Relativitätsprinzip.

Ein minimaler Wert ist nicht gegeben. Was ist mit einem maximalen Wert. Da waren sich die Beiden wohl auch einig. Zu Ihrer Zeit hat niemand über einen maximalen Wert bei einer Geschwindigkeit nachgedacht. Damit ist kein allgemeiner Referenzpunkt vorhanden.

Wenn wir dies als Bild Zeichen, dann kommt das heraus.

Bild 22

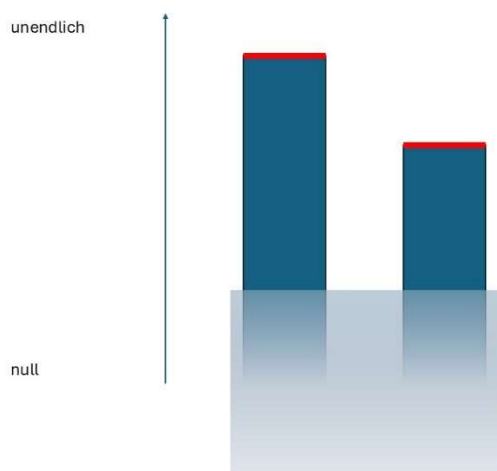


Abbildung 22 zeigt zwei Längen, bei denen der Nullpunkt nicht erkennbar ist.

Wir haben zwei Längen. Wir können aber die absoluten Werte der Längen nicht feststellen. Das einzige erkennbare sind die zwei roten Kanten. Wir erhalten eine Differenz. Damit wir der Differenz einen Wert zuweisen können, legen wir den Nullpunkt (bei einer Geschwindigkeit ist dies Ruhe) einfach auf einer der roten Kanten. Wir können rein aus der Mathematik heraus den Nullpunkt beliebig setzen. Den „echten“ Nullpunkt kennen wir nicht. Intuitiv wählen wir eine der Kanten aus. Für uns gleich noch wichtig, diese Differenz ist damit zwingend symmetrisch. Bis hier sollte alles klar sein. Hier gehe ich auch davon aus, dass dies viele so verstanden habe, wie wir es beschrieben haben. Beim nächsten Abschnitt sieh es anders aus.

4.2.3 Relativität mit Lorentz-Transformation

Was hat Einstein den getan, dass ich ihn für so einen Spaßvogel halte und ich meine gewagte Aussage zum Verständnis der SRT mache? Seine zwei Prinzipien sind:

- Relativität
 - Es gibt für alle Beobachter weder einen identischen minimal noch maximalen Messpunkt.
 - Es darf keinen absoluten Wert geben.
- Lichtgeschwindigkeit
 - Es gibt für alle Beobachter einen identischen maximalen Messpunkt, die Lichtgeschwindigkeit.
 - Da die Lorentz-Transformation aus einer Äther-Theorie stammt, muss es ein für alle Beobachter identischen Ruhezustand, den minimalen Messpunkt geben.
 - Jeder Wert ist ein absoluter Wert.

Die beiden Prinzipien schließen sich gegenseitig aus. Das ist es, was ich meinte, dass sich die Galileo- und die Lorentz-Transformation bereits in den Grundannahmen nicht vertragen.

Das können wir auch sehr gut an einem anderen Punkt sehen. In der Galileo-Transformation dürfen die Kisten in Ruhe oder in geradliniger gleichförmiger Bewegung sein. Ein Inertialsystem eben. Die Ruhe ist aber rausgeflogen, da wie diese nicht feststellen können. Bei Einstein muss jede Kiste zwingend ein Ruhesystem sein. Jede Kiste sitzt auf einem absoluten Referenzpunkt, jeweils für sich selbst. Falls jemals jemand ein Lehrbuch in die Finger bekommt, wo auch nur im Ansatz etwas über diese Argumentation steht, bitte mir mitteilen.

4.2.4 SRT neu interpretiert

Daraus ergibt sich sofort die Gretchenfrage: Wieso funktioniert die SRT überhaupt? Das ergibt doch niemals ein Relativitätsprinzip. Doch tut es, nur nicht so wie sich dies alle vorstellen. In den beiden Relativitätstheorien werden grundsätzlich unterschiedliche Dinge miteinander verglichen. Darauf kommt nur keiner. Die Argumentationskette in den Lehrbüchern ist immer erst Galileo und dann dieses Relativitätsprinzip, durch Einstein abgeändert, zur SRT. Hier bin ich mir auch nicht sicher, ob dieser Unterschied von Einstein selbst erkannt wurde. Durch dieses Vorgehen übertragen wir einfach die Idee des Relativitätsprinzips von Galileo auf die SRT. Dieses Vorgehen ist falsch. Um dies zu klären, müssen wir was tun? Genau die nächste Grundsatzfrage stellen.

Was für Objekte werden, im Relativitätsprinzip nach Galileo verglichen? Erstmal unsere zwei Kisten. Die Kisten in Bezug auf was? Nur auf sich selbst, da uns der Referenzpunkt abhandengekommen ist. Der Referenzpunkt in Bezug auf was? Den umliegenden Raum. Wir dürfen bei Galileo und Newton nur von Raum sprechen. Eine Raumzeit mit dynamischer Längen- und Zeitdefinition war hier noch nicht bekannt. Das heißt ganz allgemein, wir vergleichen die verschiedenen Objekte im identischen Raum. Das ist ja wohl jedem klar, was soll es den sonst sein. Diese niemals hinterfragte Grundstruktur wird nun in die SRT übertragen. Wie wir aus den zwei Prinzipien gelernt haben, kann die SRT dies nicht tun. Die SRT muss etwas anderes machen.

Ich erspare euch die nächste Fragerunde und bringe gleich die Auflösung. Die SRT ist immer noch ein Relativitätsprinzip. Damit muss diese Objekte vergleichen. Es sind aber nicht unsere Kisten in einer Raumzeit. Die SRT vergleicht Raumzeiten, welche jeweils einer Kiste zugeordnet sind.

4.2.5 Relativität zwischen Raumzeiten

Können wir zwischen Raumzeiten ein Relativitätsprinzip erzeugen? Schauen wir uns doch mal einen Vergleich laut SRT an.

Bild 23

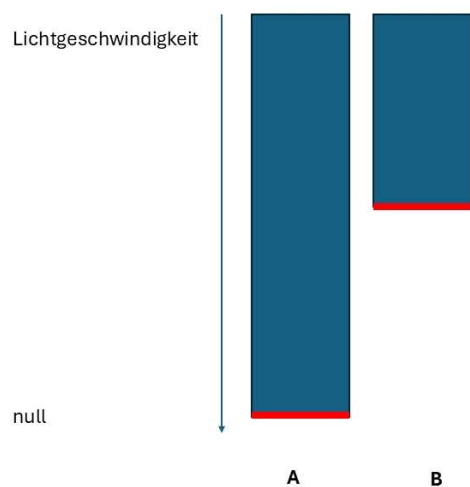


Abbildung 23 zeigt zwei Längen, bei identischem Endpunkt (Lichtgeschwindigkeit) und unterschiedlichen Startpunkt (Ruhe)

Hier sehen wir wieder zwei Längen. Dabei starten beiden vom Nullpunkt ab mit einer jeweils unterschiedlichen Länge zueinander. Beide Längen starten vom Nullpunkt in ihrer Raumzeit. Dann brauchen wir noch den Endpunkt, die Lichtgeschwindigkeit. Die muss für alle identisch sein. Sonst ist ein Vergleich bei verschiedenen Geometrien nicht möglich.

Bild 24

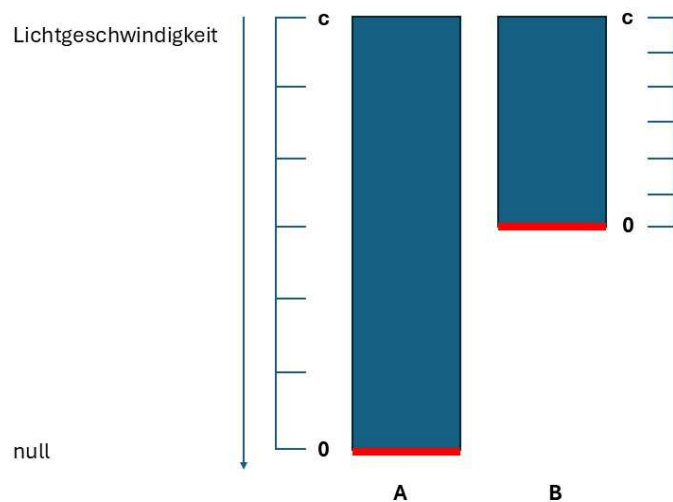


Abbildung 24 zeigt zwei Längen, bei identischem Endpunkt (Lichtgeschwindigkeit) und unterschiedlichen Startpunkt (Ruhe) mit den Maßeinteilungen

Dafür muss bei B eine andere Längeneinteilung gewählt werden. Die Menge an Einteilungen muss in beiden Fällen gleich sein. Von Null zu Lichtgeschwindigkeit soll für alle der identische Absolutwert sein. Dieser Vergleich ist wieder symmetrisch. Wir könnten bei A und bei B das Ruhesystem setzen. Damit kann A und B jeweils eine absolute Wertangabe in der Raumzeit A und B sein. Das ist kein Problem. In der jeweiligen Raumzeit wird kein Vergleich gemacht. Die Raumzeiten A und B werden verglichen. Wir sehen, das Relativitätsprinzip funktioniert auch zwischen unterschiedlich definierten Raumzeiten.

Dann muss unserer Bedingung, keine Referenzpunkt, für die Raumzeiten selbst und nicht nur für ein Objekt in der Raumzeit funktionieren. Die Raumzeiten zueinander dürfen keinen absoluten Referenzwert besitzen. Dazu schauen wir uns den Aufbau eines normales Raumzeitdiagramms an.

Bild 25

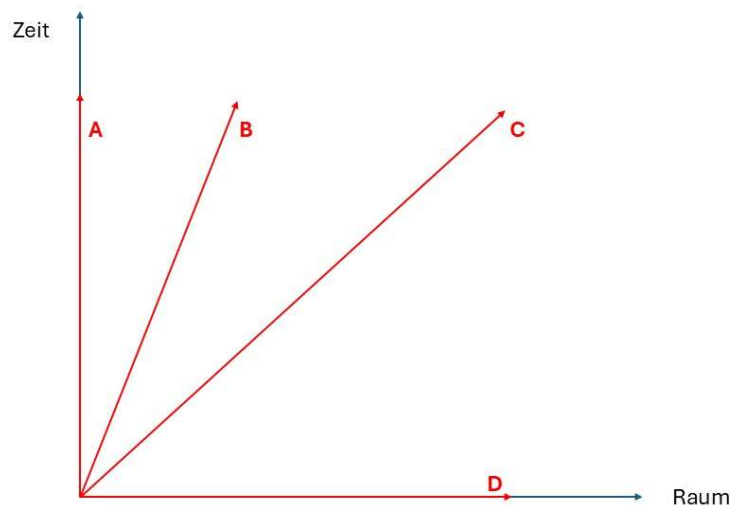


Abbildung 25 zeigt verschiedene Möglichkeiten für eine Bewegung in einer Raumzeit

Schauen wir uns die gegebenen Möglichkeiten an:

- Pfeil A: Wir haben nur eine Bewegung in der Zeit aber nicht im Raum. Keine Veränderung der Lage im Raum, die Zeit verändert sich aber trotzdem.
- Pfeil B: Wir bewegen uns mit einer frei gewählten Geschwindigkeit in der Raumzeit
- Pfeil C: Wir bewegen uns mit der maximalen Lichtgeschwindigkeit durch den Raum
- Pfeil D: Wir bewegen uns nur im Raum und nicht in der Zeit

In allen Fällen bewegen wir uns, wenn auch einmal nur in der Zeit oder nur im Raum. Was es explizit für eine Raumzeit nicht gibt, ist Ruhe. Selbst wenn kein Objekt in der Raumzeit vorhanden ist und nur die Raumzeit selbst vorhanden wäre, so vergeht die Zeit. Das ist in der Mathematik der SRT auch eine Bewegung. Eine Raumzeit als eigenständiges Objekt kennt keinen Zustand der Ruhe. Uns ist, zum Glück, wieder die Null flöten gegangen. Innerhalb der Raumzeit setzen wir einfach einen Ruhepunkt und erzeugen absolute Werte. Für die Raumzeit selbst ist dies nicht möglich.

Was ist aber mit einer maximalen Geschwindigkeit. Wir haben doch die Lichtgeschwindigkeit. Ja, der wird aber nun zwingend benötigt, damit ein Vergleich überhaupt möglich ist. Wenn beide Raumzeiten unterschiedliche Geometrien aufweisen, muss es für einen Vergleich einen gemeinsamen Referenzpunkt geben. Wir könnten sonst nicht einmal eine Differenz angeben.

Für Raumzeiten können wir nur einen Referenzpunkte, die Lichtgeschwindigkeit festlegen und erhalten ein waschechtes Relativitätsprinzip zwischen Raumzeiten, aufgrund von veränderlicher Geometrie in den Raumzeiten. Das ist die SRT. Damit können wir gleich mehrere Probleme lösen. Wir können damit erklären, warum das Zwillings-Paradoxon für die SRT so schwierig ist, das machen wir in 4.7. Wir können einen Punkt klären, denn ich Cherry Picking genannt habe, das mache wir in 4.6. Wir können erklären, warum die SRT zur QFT besser passt als zur ART, in 4.8. Wir werden erkennen, dass mit dieser Interpretation die SRT erst so richtig Sinn macht.

Bevor alle diese Punkte auflösen, müssen wir was anders angehen, dann werden diese Lösungen noch klarer. Wir müssen erstmal die neue Sichtweise über die DP aufbauen. Diese soll das Relativitätsprinzip von Galileo, alles in einer Raumzeit und das Relativitätsprinzip nach Einstein, Vergleich von Raumzeiten zusammenführen. Wir haben in 4.2 alle nötigen Bestandteile dafür zusammengetragen.

4.3 SRT für die DP

Wir führen für diese Variante der SRT keinen neuen Namen ein. Die alte Variante nach Galileo und Newton sind einfach das Relativitätsprinzip. Die Variante nach Einstein ist die SRT und wir haben nun erkannt, dass diese tatsächlich sehr spezielle ist. Für unserer neue Variante bleiben wir einfach bei der Bezeichnung SRT. Da die SRT in beiden Varianten mathematisch identisch ist, brauchen wir keine neuen Namen.

Was wollen wir den haben. Wir wollen einen Vergleich von zwei Objekten in einer Raumzeit. Denn das ist es, was wir eigentlich meinen, wenn wir von einem Relativitätsprinzip sprechen (Galileo). Dann müssen wir in einer einzigen Raumzeit mit unterschiedlichen Geometrien der Raumzeit umgehen können, ohne dass dafür ein Absolutwert benutzt werden muss. Wie am Anfang erwähnt, machen wir dies mit unserer Raumzeitdichte. Diese muss alle benötigten Eigenschaften aus beiden Varianten beinhalten. Klingt wieder sehr schwer, ist aber einfach. Das haben wir bereits durch unseren Ansatz mit eingebaut. Wir unterscheiden nicht zwischen Bühne und Akteur. Eine Raumzeitdichte ist immer auch Raumzeit selbst. Damit muss die Eigenschaft nur vorhanden sein, dann ist diese automatisch in beiden Varianten da. Wir können die Varianten auch anders aufteilen. Bei Galileo werden die Akteure auf einer Bühne verglichen. Bei Einstein werden die Bühnen verglichen. Wir kennen diesen Unterschied nicht mehr.

Was uns jetzt noch das Leben einfach macht, ist das eine Raumzeitdichte immer Energie, Geometrie und Bewegungszustand in einem ist.

4.3.1 Raumzeitdichte ohne Nullpunkt

Wenn wir zwei Raumzeitdichten vergleichen wollen, darf es keinen Nullpunkt für eine Raumzeitdichte geben. Das haben wir im Kapitel 3 ausführlich behandelt. Eine Raumzeitdichte von null kann es nicht geben. Sonst ist der Raumzeitpunkt nicht in der Raumzeit vorhanden. Damit haben wir für diesen Abschnitt schon alles erledigt. Per Definition kann es für eine Raumzeitdichte keinen Nullpunkt geben.

4.3.2 Raumzeitdichte ohne maximalen Referenzpunkt

Bei einem höheren Impuls haben wir mehr Raumzeitdichte. Diese kann ich doch zur Lichtgeschwindigkeit in Bezug setzen. Für die Raumzeitdichte ist die Grenze unendlich. Damit ist kein Grenzwert vorhanden. Für den Bewegungszustand ergibt sich aber ein absoluter Wert,

die Lichtgeschwindigkeit. Damit ist ein Referenzpunkt vorhanden. Damit sollte in der DP kein Relativitätsprinzip bei Geschwindigkeiten vorhanden sein. So einfach geht es leider nicht.

Für die SRT war es wichtig, dass die Lichtgeschwindigkeit je Raumzeit immer identisch ist, sonst könnten wir Raumzeiten überhaupt nicht vergleichen. Wir müssen schon eine eindeutige Differenz feststellen können. Das geht zwischen Raumzeit nur, wenn es eine Kante/Messpunkt gibt, von dem wir messen können. Ohne die absolute Lichtgeschwindigkeit macht der Vergleich zwischen Raumzeit keinen Sinn. Bei unterschiedlichen Geometrien muss es zum Vergleich einen Ansatzpunkt geben, sonst ist noch nicht einmal der Vergleich möglich. Wir würden sonst keine passende Kante/Messpunkt zum Vergleich haben.

Wir haben die Lichtgeschwindigkeit in der Raumzeit. Diese ist durch die Geometrie eindeutig festgelegt und damit ein absoluter Wert. Die Aussage ist richtig. Wir haben trotzdem keinen Referenzpunkt in der Raumzeit. Den haben wir nur zwischen Raumzeiten. Wir machen hier den Trick wie bei Newton mit der Ruhe. Dort hatten wir die Ruhe oder die geradlinige und gleichförmige Bewegung. Da wir beide Zustände nicht unterscheiden können, ist der Nullpunkt weggefallen. Etwas ähnliches passiert uns mit der Lichtgeschwindigkeit. Diese ist für jedes Objekt immer identisch weit weg und kann damit nicht als Referenzpunkt einer Messung innerhalb einer Raumzeit benutzt werden. Das war die Grundidee von Einstein. Dort ist es aber ein Postulat. Dieses dürfen wir so nicht benutzen. Wir müssen diese Konstanz der Lichtgeschwindigkeit herleiten. Das machen wir im nächsten Abschnitt.

4.4 Konstanz der Lichtgeschwindigkeit

Die Existenz der Lichtgeschwindigkeit haben wir in Kapitel 3 ausführlich besprochen. Diese ist als ein Strukturelement der Raumzeit zwingend durch die Raumzeitgrenze gegeben. Damit ist aber nur der erste Schritt erreicht. Wir haben eine identische Bedingung. Diese erzeugt, explizit nicht die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit.

Der zweite Schritt ist, wir müssen zeigen, dass wir trotz dieser Bedingung einen identischen Abstand zu jedem Objekt haben. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten. Eine davon ist falsch. Leider wird die falsche Möglichkeit sehr oft herangezogen. Schauen wir uns die beiden Möglichkeiten genauer an.

4.4.1 Geschwindigkeit ist ein Bruch

Das Thema hatten wir schon bei den Planck-Werten. Die Geschwindigkeit ist ein Bruch $\frac{\text{Länge}}{\text{Zeit}}$. Damit gibt es unendlich viele Werte, welche zur identischen Geschwindigkeit führen. In der SRT verändern sich die Längen- und Zeitdimension identisch. Damit ergibt sich für den Bruch insgesamt als Wert keine Veränderung. Die Länge und die Zeit werden im gleichen Maße kleiner und größer. Die Geschwindigkeit verändert sich damit nicht und muss lokal gleichbleiben.

Ein Teil in der Argumentation ist richtig. Wir dürfen keine Veränderung erkennen können. Der zweite Teil, dass dies dadurch passiert, weil die Geschwindigkeit ihren Wert als Bruch nicht verändert ist leider falsch, obwohl es richtig aussieht.

Das beste Gegenbeispiel ist die Shapiro-Verzögerung, da experimentell gut bestätigt. Diese besprechen wir genauer im nächsten Kapitel für das Äquivalenzprinzip der ART. Für uns jetzt wichtig ist, dass sich Licht in einem Gravitationsfeld für einen externen Beobachter auch langsamer bewegen kann. Lokal muss das Licht aber wieder mit c unterwegs sein. Hier verändert sich Länge und Zeit gegenläufig. Das ergibt niemals eine lokal konstante Geschwindigkeit über einen Bruch. Wir brauchen eine allgemeinere Lösung, die auch im Umfeld der Gravitation funktioniert.

4.4.2 Keine Veränderung feststellbar

Der erste Gedanke war, wir können die Veränderungen erkennen, diese heben sich aber gegenseitig auf. Damit die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit funktioniert, dürfen wir eine Veränderung in den Komponenten der Raumzeit lokal erst gar nicht erkennen können. Dann ist es irrelevant, wie das Umfeld aussieht oder sich die Raumzeitkomponenten gegenseitig verhalten. Dies erreichen wir dadurch, dass die Raumzeitdichte durch die Definition der Geometrie bestimmt wird. Da alles im Universum eine Raumzeitdichte ist, ist auch die lokale Konstanz von jeder beliebigen Größe erreicht.

Fangen wir mit der Länge an. Die Veränderung der Raumkomponente kann ausfallen, wie sie will, wir können diese lokal niemals erkennen. Der Meter als Referenzgröße wird nicht gequetscht. Er ist lokal für das Objekt anders **definiert**. Fliegt ein Raumschiff mit ca. 86% der Lichtgeschwindigkeit, dann ist der Meter für uns in Bewegungsrichtung nur noch halb so lang. Im Raumschiff gibt es jedoch physikalisch keine Möglichkeit dies festzustellen. Absolut alles im Raumschiff hat nun die neue Längendefinition. Ein Meter bleibt lokal immer ein Meter. Wir können bereits die Veränderung nicht erkennen.

Die Zeit verhält sich identisch zur Länge. Die Sekunde ist nun anders definiert. Es gibt keine Möglichkeit dies festzustellen. Aber wir haben doch die Zeit als Abstandsmaß zur Raumzeitgrenze festgelegt. Das Raumschiff ist der Raumzeitgrenze nähergekommen. Ja, das ist richtig. Lokal können wir auch das nicht feststellen. Wir müssten eine Längenkontraktion oder eine Zeitdilatation feststellen können, um dies bestimmen zu können. Diese Möglichkeit fehlt uns. Aus Sicht des Raumschiffes ist es der Raumzeitgrenze kein bisschen entgegengekommen. Daher bleibt lokal alles wie es ist.

Lokal ist es nicht möglich eine Veränderung feststellen zu können

Lokal ist keine Annäherung an die Raumzeitgrenze erkennbar. Diese muss immer identisch weit entfernt bleiben. Konstanz der Lichtgeschwindigkeit.

Dieses „lokal keine Veränderung erkennbar“ hat nicht nur die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit im Gepäck. Dies erklärt auch, warum wir laut SRT alles in ein Ruhesystem setzen können. Der Abstand zur Raumzeitgrenze verändert sich lokal nicht und ein Nullpunkt gibt es nicht. Damit kann sich jedes Objekt ohne Beschleunigung als in Ruhe betrachten. Das ist die Verbindung von SRT, Vergleich der Raumzeiten, zu altem Relativitätsprinzip, Vergleich von Objekten in einer Raumzeit.

4.5 Beispiel zur SRT laut DP

Schauen wir uns das Relativitätsprinzip in der DP anhand eines Beispiels an. Wir machen hier den Klassiker und nehmen eine Person auf der Erde und eine in einem Raumschiff, welches sich von der Erde entfernt.

Bild 26

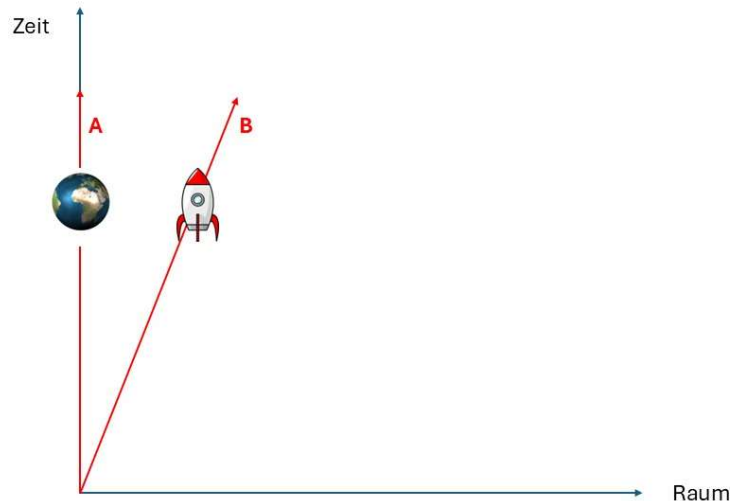


Abbildung 26 zeigt die Erde in Ruhe und das Raumschiff mit einer Geschwindigkeit unterhalb der Lichtgeschwindigkeit

Dann haben wir zwei Sichten zu besprechen. Einmal von der Erde und einmal vom Raumschiff aus. Wir beginnen mit dem einfachen Fall.

4.5.1 Sicht von der Erde

Hier sind sich SRT und DP in der Sichtweise einig. Daher ist der Fall einfach. Die Person auf der Erde erfährt keine Veränderung des Bewegungszustandes. Damit bleibt die Raumzeitdichte identisch. Für die SRT bleibt diese Person einfach im Ruhesystem. Das Raumschiff wird beschleunigt und bekommt damit tatsächlich eine höhere Raumzeitdichte. Das Raumschiff erfährt eine Längenkontraktion und eine Zeitdilatation. Dies kann real von der Erde aus gemessen werden. Im Raumschiff kann davon aber nichts erkannt werden. Soweit herrscht Einigkeit.

Längenkontraktion und Zeitdilatation sind eine echte physikalische Veränderung des Raumschiffes. Genau diese Aussage führt zur Vermutung, dass die Raumzeitdichte keinem Relativitätsprinzip unterliegt.

4.5.2 Sicht vom Raumschiff

Bei der SRT scheint alles erstmal sehr einfach zu sein. Wenn das Raumschiff seine Beschleunigungsphase hinter sich hat, kann es von sich behaupten, es ist in Ruhe. Die Erde hat sich beschleunigt und fliegt vom Raumschiff weg. Die Erde muss nun zwingend einer Längenkontraktion und einer Zeitdilatation unterliegen. Eine vollkommen symmetrische Sicht.

Genau hier fangen im Verständnis zur SRT die Probleme an. Die Beschleunigungsphase ist nur und ausschließlich am Raumschiff erfolgt. Wieso soll nun die Erde anders sein als vorher. Die Erde reicht gar nicht aus. In Bewegungsrichtung muss sich das gesamte Universum beschleunigt haben. Nein, ganz bestimmt nicht. Das Universum verändert sich nicht, nur weil

irgendwo ein Raumschiff eine Beschleunigungsphase gehabt hatte. Daran erkennen wir am besten, dass die SRT nicht zwei Objekte (Erde und Raumschiff) in einer Raumzeit vergleicht. Je nach Sichtweise, werden den Objekte eine passende Raumzeit, welche immer von null bis Lichtgeschwindigkeit geht, zugewiesen. Dann wird der Vergleich der Raumzeiten gemacht. Daher muss aus Sicht des Raumschiffes das gesamte Universum eine Veränderung erfahren haben. Nur das Raumschiff hat diese neue Definition der Raumzeit bekommen. Es ist aber eine Definition einer kompletten Raumzeit.

Die SRT kennt beim Vergleich allerdings nur eine Richtung. Das andere Objekt hat immer die „kleinere“ Definition mit Zeitdilatation und Längenkontraktion. Bei einem Relativitätsprinzip sollte es nur eine Differenz geben und keine bestimmte Richtung. Das ergibt sich wiederum zwanghaft aus dem Ansatz mit der Lorentz-Transformation aus einer Äthertheorie heraus. Diese geht nur von einem im gesamten Universum identischen Nullpunkt aus. Daher erhalten wir in der SRT diese Vorzugsrichtung im Vergleich.

In der DP darf nur das Raumschiff die höhere Raumzeitdichte haben. Nur dort ist eine Beschleunigung aufgetreten. Dann hat das Raumschiff eine veränderte Definition der Geometrie. Das Raumschiff erkennt genauso wie die Erde, dass ein Unterschied in der Definition der Geometrie vorliegt. Nur dieser Unterschied wird erkannt. Selbst wenn für das Raumschiff klar ist, welcher derjenige mit der höheren Raumzeitdichte sein muss, können wir dies nicht aus dem Raumschiff heraus messen. Im Raumschiff ist nun eine andere Definition der Geometrie vorhanden. Das Raumschiff darf nun alle Beobachtungen nach außen nur noch mit seiner Definition erkennen. Gehen wir streng nach SRT vor. Dann ist das Raumschiff in Ruhe und die Erde hat beschleunigt. Wie sieht es für das Raumschiff nach der DP aus. Die Erde hat ihre Geschwindigkeit definitiv beibehalten. Damit aber auch ihre Raumzeitdefinition. Der Meter der Erde ist länger definiert als der Meter im Raumschiff. Dann schafft die Erde, aus Sicht des Raumschiffes, mehr Länge bei gleichbleibender Geschwindigkeit. Damit muss sich für das Raumschiff die Erde beschleunigt haben. Nicht nur die Erde, das gesamte verdammte Universum. Nur das Raumschiff hat seine Raumzeitdichte verändert. Damit muss für das Raumschiff zwingend das gesamte Universum einer Veränderung unterliegen.

Die DP macht eine Raumzeitveränderung nur an dem Objekt, dass auch eine Beschleunigungsphase gehabt hat. Dann ergibt sich aber eine globale Veränderung für das Objekt. Die SRT macht dadurch, dass es jedem Objekt immer eine komplette Raumzeit zuweist. Dann scheinen die Sichtweisen DP und SRT identisch zu sein. Warum dann der ganze Aufstand. Weil diese nicht identisch sind.

In der DP hat das Raumschiff tatsächlich eine höhere Raumzeitdichte. In der SRT können wir dies so nicht bestimmen. Da geht immer nur ein symmetrischer Ansatz. In der DP ist klar, dass Längenkontraktion und Zeitdilatation nur lokale Phänomene sind. In der SRT sind diese immer Global je Sichtweise. Diese beiden Punkte klären wir in den nächsten zwei Abschnitten.

4.6 Cherry Picking in der SRT

Laut der SRT tritt die Zeitdilatation und die Längenkontraktion immer identisch und physikalisch messbar in der gesamten Raumzeit auf. Dann bekommen wir aber ein logisches Problem. Mathematisch ist alles sauber, da symmetrisch. Logisch wird es hier kritisch. Der Ansatz aus der DP löst dieses Problem sehr einfach.

Ich habe dieses Problem, wie immer, kraft souveräner Willkür „Cherry Picking“ genannt. Wenn ich in meinen Stuhl sitze und den Text schreibe, dann habe ich vor mir zwischen meinen zwei Händen eine definierte Zeit und eine definierte Länge. Nun kommen kontinuierlich von allen Seiten der Erdatmosphäre Myonen auf diese Länge zu. Da Myonen sehr schnell sind, muss für diese Teilchen die Länge, je nach Winkel zu meinen Händen, unterschiedlich sein. Das können wir uns nicht wirklich vorstellen.

Da machen fast alle Diskussionspartner eine recht eigenwillige Unterscheidung. Jedes Myon muss eine andere Zeit haben als meine. Das sind von meinen Händen unterschiedliche Objekte. Diese können unterschiedliche Zeitverläufe haben. Da Zeit ein Mysterium bleibt, wird dies einfach akzeptiert. Das ist auch gut so, da man die Zeitdilatation per Experiment inzwischen mit beeindruckender Genauigkeit überprüft hat. Hacken dran.

Laut der SRT muss sich aber auch zwingend die Länge physikalisch verändern. Zeitdilatation gibt es nur mit Längenkontraktion. Zeitdilatation wird experimentell gemessen, dann muss im Umkehrschluss auch die Längenkontraktion physikalisch auftreten. Damit muss der Abstand zwischen meinen Händen ständig ein anderer sein. Je nachdem in welchem Winkel das Myon zu meinen Händen sich bewegt. Das akzeptiert fast niemand. Da verlassen viele den Pfad der Tugend und gehen auf das, was logisch verständlich ist. Die Längenkontraktion ist nur eine Sichtweise, die Zeitdilatation ist real. Das macht aus logischer wie mathematischer Sicht der SRT keinen Sinn. Entweder ist beides nur eine Sichtweise oder beides ist physikalisch messbar. Bei der Zeit sind wir uns sicher, da gemessen. Bei der Länge wollen wir es nicht hinnehmen, „Cherry Picking“ eben. Das Problem entsteht dadurch, dass die SRT immer eine komplette Raumzeit zuweist. Tatsächlich ist es logisch nicht sinnvoll. Da die Mathematik aber sehr gut funktioniert => shut up and calculate.

In der DP ist es klar. Es ist immer ein echter physikalischer Effekt. Dieser ist aber nur lokal im Objekt. Vom Objekt aus ergibt sich dann die passende Sichtweise auf das restliche unveränderte Universum. Ein Cherry Picking wird nicht benötigt.

4.7 Zwillingsparadoxon

Sorry, aber wenn wir die SRT durchkauen, dann darf das Zwillingsparadoxon nicht fehlen. Insbesondere können wir an diesem Paradoxon das Problem mit der Information über eine größere oder kleinere Raumzeitdichte klären. Die meisten anderen Paradoxa (z.B. Garagenparadoxon) sind eher uninteressant. Diese lassen sich immer über die symmetrische Sichtweise, mit der nicht vorhandenen Gleichzeitigkeit erklären. Beim Zwillings-Paradoxon ergibt sich aber kein symmetrisches Ergebnis. Dafür muss es einen Grund geben.

Bei der Mathematik gibt es keinen Unterschied. Selbst die SRT hat das Ergebnis, dass der Zwilling in der Rakete immer der jüngere ist. Das ist auch in der DP das zu erwartende Ergebnis. In der SRT ist aber nicht klar, warum dies so ist. Da wird oft mit Symmetriebruch oder ähnliches argumentiert. Für ein besseres Verständnis erweitern wir das Zwillingsparadoxon auf Drillinge.

Bild 27

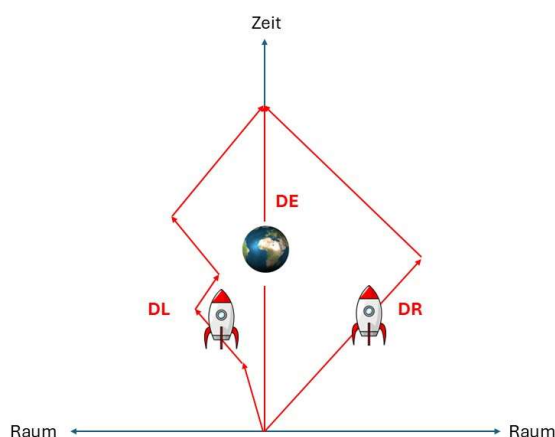


Abbildung 27 zeigt die Erde in Ruhe und die zwei Raumschiffe mit ihren Bewegungen im Raum

Es gibt einen Drilling links (DL), einen Drilling rechts (DR) und einen Drilling auf der Erde (DE). Dabei hat DR ein einziges Ziel und DL klappert mehrere Orte ab. DE bleibt auf der Erde und bewegt sich nur in der Zeit voran. Was im Bild evtl. nicht 100% zu erkennen ist, der zurückgelegte Weg von DL und DR sollen in Summe identisch sein.

Das Ergebnis ist klar. Die Drillings sind beim Startpunkt gleich alt. Wenn diese sich wieder begegnen, sind DL und DR identisch alt, da Beide in Summe einen gleichlangen Weg durch die Raumzeit hatten und DE ist gegenüber den anderen der ältere.

In der DP ist das Ergebnis logisch so zu erwarten. Nur DL und DR erfahren eine Erhöhung der Raumzeitdichte. Nur bei DL und DR kann, gegenüber der Startbedingung, eine Zeitdilatation auftreten. Dabei spielt es keine Rolle, in welcher Richtung die Zeitdilatation auftritt. Nur die Summe der Zeitdilatation, das ist die Wegstrecke, ist am Ende relevant. Es ist hier eine Information von jünger und älter oder von kleinerer und größerer Raumzeitdichte vorhanden.

Aus der SRT heraus ist das nicht klar. Die SRT ist immer symmetrisch. Damit müsste zwischen DE und DL jeweils der andere eine identische Zeitdilatation erfahren und es sollte keinen Unterschied geben. Das Ergebnis sieht aber anders aus. Warum passiert das? Ich habe dazu noch keine gute Erklärung gelesen. Was am häufigsten kommt, ist die offensichtlichste Erklärung. Wenn die Symmetrie nicht mehr gegeben ist, dann muss diese wohl verletzt worden sein. Weil nichts anderes da ist, ist der Schuldige schnell gefunden. Die böse, böse Beschleunigung. Diese muss die Symmetrie brechen. Dann kommen noch schlimmere Aussagen, wie: „Die SRT kann mit Beschleunigung nicht umgehen“. Was für ein Unsinn. Die SRT kann nur und ausschließlich nichts mit der Gravitation anfangen. Jegliche Art von klassischer Beschleunigung kann zu 100% fehlerfrei in das Diagramm oder die Berechnungen eingebaut werden.

So, jetzt wieder beruhigen und die Lösung angehen. Wenn die Information nicht schon vorher vorhanden ist, könnten wir diese auch nicht erhalten. Wir können keine zusätzliche Information erzeugen. Die Information muss schon immer enthalten sein. In der DP haben wir diese Information immer. Wir können diese in der SRT nur nicht ermitteln. Diese kann nur unter bestimmte Voraussetzung herausgeholt werden. Das ist der richtige Ansatz.

Die Beschleunigungen können es nicht sein. Wir haben die Zwillinge auf Drillings erweitert, damit dies sichtbar wird. Wir könnten DL auch noch „zackiger“ durch die Raumzeit fliegen lassen. Wenn die Summe des zurückgelegten Weges in der Raumzeit identisch ist, sind DL und DR identisch alt. Die Anzahl und Richtung der Beschleunigungen spielen dabei keine Rolle. Die Beschleunigung ist nur zwingend notwendig, damit es überhaupt eine Veränderung, in der Raumzeitdichte gibt und die Drillings sich wieder treffen können.

Was vielen nicht auffällt, ist, dass bei dem klassischen Zwillingsparadoxon der Zwilling im Raumschiff gleich 2 Symmetriebrüche macht. Den ersten, wenn dieser von der Erde startet. Den zweiten, wenn er vom Zwischenziel wieder startet. Dann ist der erste Symmetriebruch ein „guter“, da noch alles symmetrisch ist und der zweite Symmetriebruch ein „schlechter“ der alles kaputt macht. Das passt so nicht.

Kehren wir zu den Grundelementen zurück. Wann mussten wir von einem absoluten Wert in ein Relativitätsprinzip ausweichen? Wenn wir Referenzpunkte zur Messung verloren haben. Wollen wir mehr Information haben, dann muss es wieder einen Referenzpunkt geben, der diese Information angeben kann. Das Bild nochmals mit den zwei wichtigen Punkten.

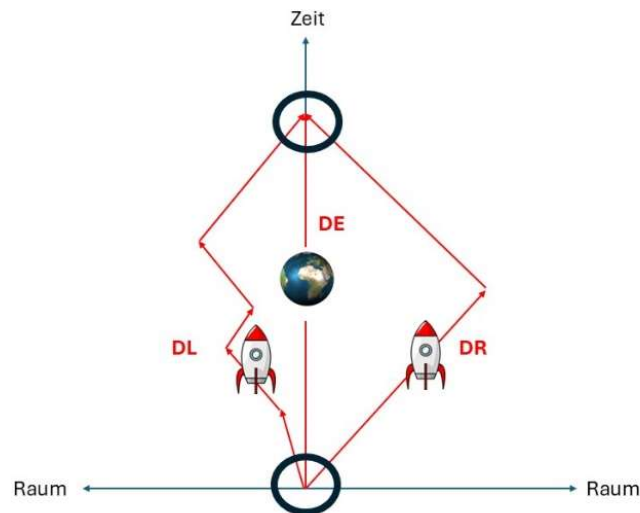


Abbildung 28 zeigt die Drillinge mit einem Referenzpunkt

Das Besondere in diesem Paradoxon ist der Start- und der Endpunkt. Der Startpunkt ist für alle in jeder Information identisch. Der Endpunkt ist im Raum identisch geblieben und in der Zeit verschoben. Es sollte für die Drillinge jeweils der identische Raumzeitpunkt sein. Wir haben innerhalb des Relativitätsprinzips eine zusätzlichen Referenzpunkt für die Messung erzeugt. Damit erhalten wir alle Informationen zu Raum und Zeit, die im Relativitätsprinzip von diesem Referenzpunkt abweichen. Dann kommt auch in der SRT ein jünger und älter raus.

4.8 SRT zu QFT und ART

Der letzte Abschnitt in diesem Kapitel geht darauf ein, dass die Namensgebung für SRT und ART, na sagen wir mal, maximal unglücklich gelaufen ist. Die Bezeichnungen können wir nicht mehr ändern. Diese suggerieren, dass die SRT das kleine Geschwisterlein der ART ist. Dem will ich hier widersprechen. Aus rein mathematischer Sicht kann ich die Aussage noch verstehen. Aus logischer Sicht ist das einfach falsch. Auch an diesem Punkt ist klar zu erkennen, dass sehr viele mit der SRT gut rechnen können. Verstanden haben die SRT aber nur wenigsten. Wir bleiben bei dem Ansatz aus der DP.

Was macht die ART? Diese sagt aus, wie sich die Raumzeitkomponenten durch Raumzeitdichte verändern. Diese Aussage macht nur innerhalb einer einzigen Raumzeit Sinn. Die Raumzeitdichte ist dabei nur die Quelle. Die eigentliche Aussage betrifft nicht die Raumzeitdichte. Das können wir daran erkennen, dass die ART eine Singularität erzeugt. Das ist mit dem Ansatz einer Raumzeitdichte nicht möglich. Für die ART ist nur die Menge und die Verteilung der Raumzeitdichte auf die Raumzeitdimensionen interessant. Die Raumzeitkrümmung muss dann dazu ausgleichen. Die ART macht Aussagen zur Raumzeitkrümmung. Damit zum umgebenden Raum der Raumzeitdichte in einer einzigen Raumzeit. Dort können auch mehrere Raumzeitdichte, räumlich getrennt, vorhanden sein. Dies Aussage der ART betrifft die umgebende Raumzeit.

Was macht die SRT? In der alten Sichtweise werden den Objekten unterschiedliche Raumzeiten zugewiesen und diese verglichen. Damit sieht es nur so aus, dass die SRT eine Aussage zur Raumzeit trifft. Das kann die SRT gar nicht. Es werden verschiedene Raumzeit verglichen. Zu einer einzigen Raumzeit oder einem einzigen Objekt, kann die SRT keine Aussage machen. Wir brauchen immer mindestens zwei Objekte, sonst macht die SRT keinen Sinn. In der DP wird es etwas deutlicher. Die SRT vergleicht die Definition der Raumzeitgeometrie von verschiedenen

Raumzeitdichten. Das sind Aussagen zu einer Raumzeitdichte. Nur weil dann die restliche Raumzeit aus dieser Definition heraus anders erscheint, glauben wir, dass die SRT eine Aussage zur Raumzeit trifft. Klar in der DP ist alles Raumzeit, damit ist jede physikalische Aussage irgendwie eine Aussage zur Raumzeit.

Die SRT macht absolut keine Aussage zur umgebenden Raumzeit einer Raumzeitdichte. Diese ist nur der Vergleich von Raumzeitdichten. Die ART braucht eine Raumzeitdichte als Quelle der Raumzeitkrümmung. Die ART interessiert sich aber sonst nicht für die Raumzeitdichte und macht nur Aussagen zur umliegenden Raumzeit. Daraus folgern wir:

Die ART und die SRT ergeben zwei komplett unterschiedliche Aussage.

Die SRT ist einfach nur in der ART enthalten, weil das Relativitätsprinzip in der DP per Definition in allen physikalischen Aussagen mit eingebaut sein muss. Alles ist Raumzeitdichte und diese unterliegt immer dem Relativitätsprinzip.

Was macht denn die QFT? Diese beschreibt den „inneren Aufbau“ einer Raumzeitdichte durch niederdimensionale Raumzeiten (Felder). Die QFT interessiert sich aber nur für die Raumzeitdichte. Die Raumzeitdichte kennt keine Raumzeitkrümmung. Die QFT benutzt die umgebende Raumzeit einer Raumzeitdichte nur als „gegebene Möglichkeit“. Ob dieser eine Raumzeitkrümmung aufweist, kann eine niederdimensionale Raumzeitdichte nicht feststellen. Damit ist die umgebende Raumzeit für die QFT uninteressant. Daher lässt sich die SRT und die QFT bis zu einem bestimmten Maß vereinigen. Beiden schauen sich Raumzeitdichten und nicht den umgebenden Raum an

Damit lassen wir das Kapitel hier ausklingen und schauen uns im nächsten Kapitel die ART genauer an.

5 Äquivalenzprinzip

Die ART basiert auf nur 3 Prinzipien

- Relativität
- Lichtgeschwindigkeit
- Äquivalenz

Das Relativitätsprinzip und die Lichtgeschwindigkeit haben wir schon im Kapitel zur Relativität hergeleitet. Für die ART fehlt noch das Äquivalenzprinzip. Davon gibt es gleich zwei Stück. Das schwache und das starke Äquivalenzprinzip. Wir werden beide separat behandeln. Das starke ist ausreichend, da es das schwache beinhaltet. Deshalb die gewählten Namen. Die getrennte Herleitung ist für den logischen Aufbau interessant. Das erstaunliche Ergebnis aus der Herleitung ist, dass die Raumzeit selbst ein Potentialfeld ist. Dies wird nochmals in der Kosmologie, in einer anderen Form, sehr wichtig. Hier ist das vektorielle Potentialfeld der Raumzeit identisch mit dem Potentialfeld der Gravitation. Alle anderen Potentialfelder in der Physik funktionieren nach dem gleichen Prinzip. In der QFT in jeweils unterschiedlichen Raumzeitkonfigurationen.

Zusätzlich werden wir in diesem Kapitel klären, was eine Kraft in der klassischen Beschreibung der Physik ist. Das hilft beim Verständnis der Gravitation. Gerade der geniale Gedanke von Einstein, eine Kraft als geometrischen Abbildung in der Raumzeit, ist nicht immer sofort verständlich. Wir erkennen dann leichter, warum wir so unterschiedliche Beschreibungen für ein identisches Phänomen verwenden können.

5.1 Das schwache Äquivalenzprinzip

Fangen wir schwach an, dann können wir uns steigern. Das schwache Äquivalenzprinzip ist bereits in der guten alten Mechanik von Newton enthalten. In der klassischen Mechanik war allerdings unklar, warum dies so ist. Hier wird das Prinzip oft als die Gleichheit von träger und schwerer Masse bezeichnet.

5.1.1 Erstes und zweites Axiom von Newton

Was für Einstein $E = mc^2$ ist, ist für Newton $F = ma$. Die zwei bekanntesten Formeln der Welt. Kraft gleich Masse mal Beschleunigung. Das zweite Newtonsche Axiom. Die Masse m in der Formel ist die träge Masse. Träge, da diese ihren Bewegungszustand nicht verändert, wenn keine Beschleunigung auf ihr wirkt. Keine Beschleunigung keine Kraft und damit keine Veränderung => Trägheit. Da in der Formel die Masse das einzige Objekt ist, muss diese Trägheit mit der Masse verbunden sein. Soweit alles sehr einfach.

Warum gibt es dann das erste Axiom? Na, wisst Ihr es noch auswendig? Ich helfe nach: „Ein kräftefreier Körper bleibt in Ruhe oder bewegt sich geradlinig und gleichförmig“. Das hatten wir bereits im zweiten Axiom. Keine Beschleunigung, keine Veränderung. Wieso gibt es diese Aussage zweimal in getrennten Axiomen? Damit dies einen Sinn ergibt, müssen wir das erste Axiom anders lesen. Wir drehen die Aussage um: Wenn auf einen Körper keine Kräfte wirken, dann ist das, was der Körper macht Ruhe oder eine geradlinige und gleichförmige Bewegung.

Das erste Axiom ist eine Messvorschrift. Wir können messen, was eine gerade und gleichförmige Bewegung ist. In einer Raumzeit mit Raumzeitkrümmung ist „gerade“ nicht so einfach festzustellen. Damit wird eine beliebte Aussage, zur Gravitation fragwürdig. Ein Körper in einem Gravitationsfeld fällt kräftefrei auf einer geraden Linie zum Gravitationszentrum. Wir werden sehen, dass diese Aussage nur mit Vorsicht zu genießen ist. Hier werden wir den Unterschied von Potenzialfeld und Kraft kennen lernen.

5.1.2 Gleichheit von träger und schwerer Masse

Die nächste berühmte Formel von Newton ist die Formel zu Gravitationskraft

$$F = \frac{G * M_{schwer} * m_{schw}}{r^2}$$

Das große M soll bei uns die Erde sein und das kleine m eine Testmasse. Die Masse hier ist die schwere Masse. Das, was die Waage anzeigt. Diese Formel stellen wir anders zusammen.

$$F = \frac{G * M_{schwer}}{r^2} * m_{schwer}$$

Der Erste Term mit dem Bruch ist laut den Maßeinheiten eine Beschleunigung. Für die Erde als M kommt hier das bekannte kleine g für die Erdbeschleunigung heraus. Das ergibt:

$$m_{träge} * a = g * m_{schwer}$$

Wenn hier irgendetwas zusammenpassen soll, dann müssen wir die verschiedenen m oder g und a wegkürzen können. Das bringt uns zu den folgenden Aussagen:

- Träger und schwere Masse müssen identisch sein.
- Da man die Massen kürzen kann, um nur die Beschleunigung beschreiben zu können, dürfen aus m keine Eigenschaften für die Wirkung der Beschleunigung relevant sein. Form, Größe oder chemische Zusammensetzung, dies ist alles ohne Bedeutung. Ergebnis: Auf dem Mond fallen ein Hammer und eine Feder identisch zu Boden.
- Man kann hier schon erkennen, dass die Wirkung der Gravitation wie eine Beschleunigung gehandhabt werden muss.

Die Identität von träger und schwerer Masse war bei Newton ein Rätsel. Man sieht, es muss so sein, aber es gab keinen Grund dafür. Diese Identität ist zurzeit, im Jahr 2025, sehr genau überprüft. Eine Abweichung kann es erst nach der 14ten Stelle hinter dem Komma geben. Einer der am besten überprüften Werte überhaupt.

5.1.3 Gleichheit in der DP

In der DP ist der Ansatz komplett anders. Jede Masse ist eine Raumzeitdichte. Es gibt kein Merkmal für eine Unterscheidung. Alle bekannten Merkmale für eine Unterscheidung liegen in der QFT und nicht in der ART. Damit dürfen diese Merkmale keine Differenz, bei einer ausgeübten „Kraft“ über die Gravitation, erzeugen. Wir müssen nicht die Gleichheit begründen, diese ist durch den Ansatz zwingend gegeben. Wir drehen den Spieß um. Wir haben noch nicht einmal die Möglichkeit einen Unterschied beschreiben zu können.

Wird jemals ein Unterschied festgestellt, egal wie weit hinter dem Komma, ist die DP falsifiziert.

5.2 Der klassische Begriff einer Kraft

Irgendwie muss es eine Verbindung von Kraft und Gravitation als geometrische Abbildung geben. Das starke Äquivalenzprinzip bezieht sich auf eine Beschleunigung. Diese erzeugt in der klassischen Mechanik immer eine Kraft. Die Lösung ist bereits bei den Axiomen von Newton enthalten. Erstes und zweites Axiom: Eine Kraft ist eine Veränderung.

Wir können in der DP die klassische Kraft als eine Veränderung der Raumzeitdichte auffassen. Ohne eine Wechselwirkung bleibt eine Raumzeitdichte, was diese ist. Über eine Wechselwirkung kann sich diese verändern. Das ist sehr einfach. Wir haben aber speziell bei der Gravitation ein großes Problem. Was wird in einer Wechselwirkung ausgetauscht? Das lange gesuchte Graviton als Austauschteilchen der Quantengravitation? Nein, ganz bestimmt nicht!

In der ART gibt es nur eine geometrische Abbildung als Raumzeitkrümmung für die Gravitation. Alle Masse-Energie-Äquivalente sind im Energie-Impuls Tensor gesammelt. Im Einstein Tensor haben wir keine Raumzeitdichte als Austauschteilchen. Wir benötigen aber trotzdem eine Veränderung auf einer Raumzeitdichte. Genau hier liegt die Stärke der DP. Wir haben eine Krümmung oder eine Dichte, mehr ist nicht da. Eine Dichte kann es nicht sein. Es bleibt nur noch eine einzige Möglichkeit übrig. Die Raumzeitkrümmung muss eine Veränderung an der Raumzeitdichte bewirken ohne ein Austauschteilchen.

Letztendlich müssen wir auf das starke Äquivalenzprinzip kommen. Dort darf die Gravitation von einer Beschleunigung, in der Wirkung auf eine Masse, nicht unterscheidbar sein. Damit muss die Raumzeitkrümmung einer Veränderung an der Raumzeitdichte erzeugen, die einer Beschleunigung entspricht. Auf die DP hätte man auch schließen können, wenn man den Begriff eines Potentials und hier des Gravitationspotentials vollständig erklären will. Leider war man bereits mit der exakten Berechnung zufrieden. Das Warum war nicht mehr interessant.

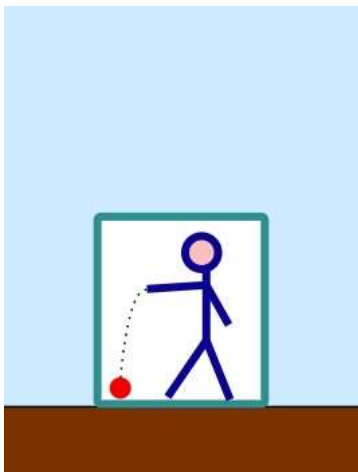
Kraft ist für uns eine Veränderung der Raumzeitdichte. Da die Raumzeitdichte auch ein Bewegungszustand ist, sollte es nicht verwundern, dass mit der Kraft eine Beschleunigung verbunden ist. Die Veränderung eines Bewegungszustands benötigt eine Beschleunigung. Damit ist der Begriff Kraft geklärt. Gehen wir weiter und schauen uns endlich das starke Äquivalenzprinzip an.

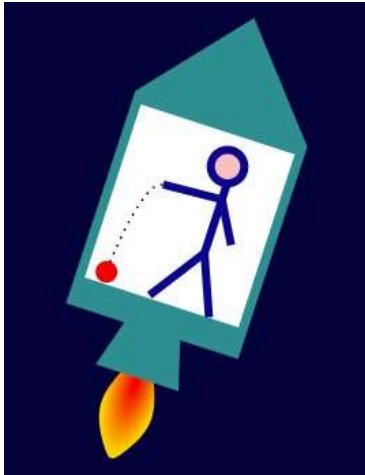
5.3 Das starke Äquivalenzprinzip

Im starken Äquivalenzprinzip kann man die **Wirkung** der Gravitation von einer Beschleunigung nicht unterscheiden. Diese müssen nicht identisch sein, wir dürfen nur nicht die Wirkung unterscheiden können.

Den ersten Ansatz haben wir im schwachen Äquivalenzprinzip gesehen. Dort mussten a und g identisch sein. Einstein ist dann auf die Idee gekommen, dass eine Bewegung in einem gekrümmten Raum genau dieser Beschleunigung entsprechen muss. Wie wir an dem Wort „Wirkung“ erkennen können, war ihm bereits klar, dass dies mit unterschiedlichen Phänomenen verwirklicht wird.

Bild 29





Wir sind wieder mit dem abgeschlossenen Kasten von Galileo unterwegs. Bei der SRT war es ohne eine Wirkung von außen. Hier ist es die Gravitation und die Rakete mit Beschleunigung. In den beiden Kästen können wir mit keinem Experiment feststellen, ob es Gravitation oder Beschleunigung ist. Die Wirkung ist identisch.

5.3.1 Das Problem mit „fallen“

Da man am Anfang der ART mit einer Verformung der Raumzeit noch nicht viel anfangen konnte, hat man sich an der alten Analogie mit der Beschleunigung gehalten. Damit wir eine Wirkung wie eine Beschleunigung erhalten, muss das Testobjekt in der gekrümmten Raumzeit in das Gravitationszentrum „fallen“. Ich glaube, dass diese Analogie die Suche nach der Warum-Frage ausgebremst hat. Der Mond fällt zur Erde. Da die Raumzeit gekrümmt ist fällt der Mond auf seiner Umlaufbahn um die Erde. Berechnen lässt sich dies auch sehr gut. Das kann jeder verstehen und alle sind zufrieden.

Wir nicht! Diese Analogie erklärt gar nichts. Laut der Berechnung in der ART bewegt sich der Mond auf einer Geodäte um die Erde. Dieser Begriff bezeichnet die Bewegungsrichtung ohne eine Einwirkung einer Kraft. In einer Raumzeit ohne Gravitation ist dies eine Gerade. Mit Gravitation dann die fast kreisrunde Bahn um die Erde. Kräftefrei, das erinnert uns doch an das erste Newtonsche Axiom. In einer flachen Raumzeit gerade und gleichförmig. In einer gekrümmten Raumzeit eben immer der Krümmung hinterher. Das ist aber genau die Messvorschrift, welche besagt, der Mond unterliegt keiner Wechselwirkung. Keine Beschleunigung und damit keine Veränderung. Wo soll da eine Wirkung als Beschleunigung herkommen? Das erste Axiom und das zweite Axiom schließen sich bei einer Beschleunigung gegenseitig aus. In der ART wird aber so getan, als ob man beides gleichzeitig haben kann. Der kräftefreie Mond (da auf Geodäte) fällt (und damit beschleunigt) um die Erde. Nein, so geht es nicht.

So, wieder etwas beruhigen und weiter geht es. Keine Wechselwirkung von außen und wir brauchen trotzdem eine Veränderung. Diese Veränderung bleibt, beim Mond als Beispiel, über Milliarden von Jahren hinweg konstant. Diese Frage ist nie gelöst worden. Also machen wir das jetzt.

5.4 Energieerhaltung

Die erste Idee, die wir haben können, ist, dass sich der Wert der Raumzeitdichte in einer Raumzeitkrümmung verändert. Dann haben wir von außen keine Wechselwirkung und trotzdem einen veränderten Wert. Das klingt schon sehr gut nach der gesuchten Lösung. In der Raumzeitkrümmung wird die Länge immer größer und die Länge der Raumzeitdichte bleibt gleich. Dann wird im Verhältnis die Dichte doch immer größer. Damit erhält die Raumzeitdichte durch die Umgebung eine immerwährende Veränderung = Beschleunigung. Ja schon, aber wir haben eine Raumzeit. Bei der Zeitdimension verhält es sich genau umgekehrt und alles gleicht sich wieder aus.

Nicht traurig sein, das ist gut so. Wir brauchen eine Energieerhaltung. Die Raumzeitkrümmung verändert für ihren Bereich die Raumzeitdichte nicht. Ihr erinnert euch an dem gleichbleibenden Flächeninhalt. Damit verändert sich auch das Verhältnis einer Raumzeitdichte zur umgebenden Raumzeit mit Raumzeitkrümmung nicht.

Letztendlich haben wir von außen keine Wechselwirkung. Damit kann sich das Verhältnis der Raumzeitdichten von Umgebung und Objekt nicht verändern. Wir haben aber nur Raumzeitkrümmung und Raumzeitdichte, wo kann es dann noch herkommen?

Achtung! Zur Vereinfachung habe ich im YouTube-Kanal den Sachverhalt nur mit der Länge erklärt. Dies ist so nicht richtig. Es ergibt sich dann auch keine Schwarzes Loch in einem Schwarzen Loch. Auch hier muss ich leider ein „sorry“ von mir geben. Das war zu diesem Zeitpunkt nicht 100 % durchdacht.

5.5 Veränderung der Komponenten

Das Einzige, was jetzt noch übrig bleibt sind die Verschiebungen zwischen Raumdimension und Zeitdimension bei der Raumzeitkrümmung. Schauen wir uns das genauer an.

Eine Raumzeitdichte bewegt sich mit 1 m/s auf die Erde zu. Weit weg von der Erde ist dies eine gradlinige und gleichförmige Bewegung. Da wir keine Wechselwirkung von außen haben, muss die Geschwindigkeit auch so bleiben. In der Raumzeitkrümmung verändern aber Raum und Zeit ihre Definition. Der Meter wird länger und die Sekunde wird langsamer. Das passiert aber nur für die umliegende Raumzeit und nicht für die Raumzeitdichte. Die Geschwindigkeit muss bei 1 m/s bleiben. Damit muss die Raumzeitdichte schneller werden. Diese muss nun eine längere Strecke mit weniger Zeit überbrücken. Die Raumzeitdichte wird beschleunigt, nur auf Grund der Veränderung der Raum- und Zeitdimensionen. Diese etwas seltsame Beschleunigung ist genau, was wir brauchen:

- Keine Veränderung der Raumzeitdichte
- Keine Wechselwirkung von außen
- Die Raumzeitdichte unterliegt dieser Beschleunigung immer
 - Ich schreibe diesen Text, während ich auf einem Stuhl sitze. Damit keine Bewegung.
 - Warum spüre ich mein Gewicht? Ich falle gerade nicht Richtung Erde.
 - Das erste Newtonsche Axiom gilt auch bei Ruhe.
 - Allein der Unterschied zwischen den Definitionen der Raumzeitkrümmung und der Raumzeitdichte erzeugt die Beschleunigung. Diese existiert auch in Ruhe.
 - Da jede Raumzeitdichte ein Raumzeitvolumen besitzt, ist dieser Unterschied in der Raumzeitdichte immer vorhanden. Der Teil der näher zur Gravitationsquelle ist hat einen größeren Unterschied als der Teil, der von der Gravitationsquelle weg ist.

- Die Beschleunigung ist damit immer an der Raumzeitkrümmung ausgerichtet
- Die Beschleunigung kommt aus der Veränderung der umliegenden Raumzeit.
 - Die Eigenschaften der Raumzeitdichte spielen keine Rolle.
 - Die Beschleunigung ist für jede beliebige Raumzeitdichte identisch

Das starke Äquivalenzprinzip ergibt sich aus den gegenläufigen Verformungen der Raumzeitkomponenten in einer Raumzeitkrümmung. Die Raumzeitdichte erfährt keine Veränderung. Hier erkennen wir wieder, wie wichtig es ist, dass diese Verformung eine Veränderung der Definition ist und nicht nur eine Sichtweise. Das Äquivalenzprinzip funktioniert nur bei einer Veränderung der Definition.

5.6 Das Gegenstück, die Shapiro-Verzögerung

Die Veränderung der Komponenten kann auch den gegenteiligen Effekt haben. Das passiert genau dann, wenn man per Beschleunigung die Geschwindigkeit gar nicht mehr erhöhen kann. Wir müssen den Sonderfall der Lichtgeschwindigkeit betrachten. Da haben wir zwei Möglichkeiten:

- Eine Veränderung der Wellenlänge. Dies passiert bei der Rot- oder Blauverschiebung. Das besprechen wir im nächsten Abschnitt, wenn wir uns den Begriff des Potentials näher anschauen.
- Eine Minderung der Geschwindigkeit. Es gibt keine Veränderung der Wellenlänge oder besser, Blau- und Rotverschiebung heben sich auf. Die Wegstrecke wird aber per Definitionsveränderung länger. Die Raumzeitdichte schafft mit seiner Geschwindigkeit nicht mehr die identische Wegstrecke. Das Licht kann nicht schneller werden. Es kann nicht weiter beschleunigen. Damit muss bei einer verlängerten Wegstrecke und weniger Zeit, das Licht langsamer werden. Das ist die Shapiro-Verzögerung.
- Da zu schauen wir uns folgendes Bild an:

Bild 31

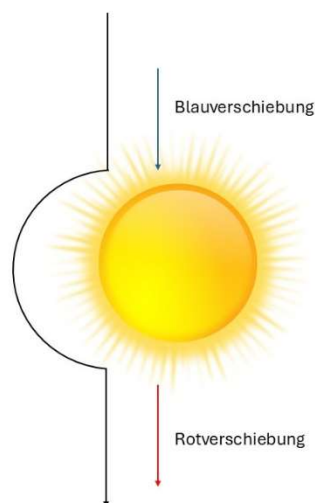


Abbildung 31 zeigt „sehr übertrieben“ wie ein Lichtstrahl um die Sonne „verlängert“ wird.

Ein Photon mit Lichtgeschwindigkeit fliegt sehr knapp an der Sonne vorbei. Während das Photon auf die Sonne zufliegt, wird es blauverschoben. Wenn es von der Sonne wegfliegt, im gleichen Maße Rotverschoben. Da gibt es keine Veränderung der Frequenz.

Das Photon muss aber der Raumkrümmung folgen. Diese ergibt für das Photon einen längeren Weg. Dann muss doch einfach der längere Weg mit Lichtgeschwindigkeit durchflogen werden und alles ist perfekt. So hatte man sich dies auch gedacht, bis Herr Shapiro, für Licht in der Mathematik der ART, eine Abweichung entdeckt hat. Lichtsignale müssen beim Vorbeiflug an einer Masse eine geringere Geschwindigkeit aufweisen. Der Effekt ist auf ca. 4 Stellen hinter dem Komma experimentell bestätigt.

Selbst auf die Gefahr hin, dass es euch zum Halse raushängt. Auch hier sehen wir, wie beim Äquivalenzprinzip, dass die Veränderung der Raumzeitmetrik zwingend eine Veränderung der Definition der Geometrie sein muss. Wäre diese Krümmung nur eine längere Wegstrecke, dann würde sich dieser Effekt nicht einstellen.

Das Photon hat die maximale Geschwindigkeit. In der Raumzeitkrümmung wird per Definition der Weg länger und die Zeit kürzer. Beschleunigen geht nicht. Das Photon wird in dieser Umgebung für einen Beobachter langsamer. Lokal behält das Photon die Lichtgeschwindigkeit, das hatten wir bei der SRT besprochen.

5.7 Das Gravitationspotential

Der Schlussakt für dieses Kapitel soll das Gravitationspotential sein. Aus meiner Sicht ist die Bezeichnung Potential einer der am wenigsten verstandenen aber zur Berechnung am häufigsten benutzten Begriffe der Physik. Wenn es nicht 100% exakt sein muss, dann rechnet wir bei einem Problem mit der Gravitation immer mit dem Potential und nicht direkt mit der Raumzeitkrümmung. Das ist sonst viel zu kompliziert. Die Flugbahnen fast aller Körper, die wir in den Weltraum geschossen haben und noch in Zukunft hochschießen werden, wurden so berechnet.

Wenn wir einen Physiker fragen, was ist ein Potential? Kommt fast immer etwas in der Richtung: Das Potential ist die Fähigkeit die potenzielle Energie in Bewegungsenergie umwandeln zu können. Ok, woher kommt diese Fähigkeit, steckt diese im Körper? Da sind sich alle einig, dass diese Fähigkeit im Potential und nicht im Körper steckt. Der identische Körper außerhalb eines Potentials erfährt keine Beschleunigung. Was ist dann diese Fähigkeit? Meist stellt sich dann Ruhe ein. Oft kommt die Antwort: Eine Eigenschaft des Potentials. Wir sind wieder am Anfang.

Bei fast allen Potentialen, ist es wichtig, ob der Testkörper überhaupt an der Wechselwirkung des Potentials teilnimmt. Ein neutrales Neutrino ist von einem elektrischen Potential vollkommen unbeeindruckt. Bei der Gravitation haben wir die Besonderheit, dass absolut alles, was wir als Objekt identifizieren können, bei dem Gravitationspotential mitmacht. Das macht Sinn, da in der DP alles eine Raumzeitdichte in der gekrümmten Raumzeit ist und damit mitmachen muss. Bei den anderen Wechselwirkungen gibt die Geometrie in der QFT an, ob eine Wechselwirkung stattfinden darf.

Wir haben noch eine Besonderheit gegenüber anderen Potentialen. Bei einem elektrischen Potential spielt die Stärke der Ladung des Testkörpers eine genauso große Rolle wie die Stärke des Potentials selbst. Bei der Gravitation nicht. Es ist vollkommen egal, wie viel Raumzeitdichte der Testkörper besitzt. Es geht nicht um den Wert der Raumzeitdichte selbst. Es geht um die Abweichung von Längendimension zur Zeitdimension. Diese ist bei der Raumzeitdichte immer null, da die Raum- und die Zeitdimension sich identisch verformen. Die Abweichung kommt nur und ausschließlich aus der Umgebung mit Raumzeitkrümmung.

Wollen wir aus dem Gravitationspotential wieder raus, dann müssen wir gegen diese Beschleunigung antreten. Wir brauchen eine Rakete. Die Beschleunigung ist nicht nur ein Scheineffekt. Eine Rakete muss ordentlich Leistung bringen, um erfolgreich gegen diese Beschleunigung arbeiten zu können. Dieses Mal bringen wir per Wechselwirkung eine Kraft mit der Rakete auf und damit wird die Raumzeitdichte tatsächlich erhöhen. Der Bewegungszustand

der Raumzeitdichte (Rakete) und damit die Energie selbst, muss durch Beschleunigung auf Fluchtgeschwindigkeit erhöht werden.

Durch die Beschleunigung wird die Bewegungsenergie in potenzielle Energie umgewandelt. So lautet die klassische Aussage zu einem Gravitationspotential. Tatsächlich wird da nichts in eine potenzielle Energie umgewandelt. Die Rakete muss die Beschleunigung gegen die Gravitation real durch eine Wechselwirkung erzeugen. Die Rakete kommt aus dem Gravitationspotential heraus und hat dann einen höheren Bewegungszustand außerhalb des Potentials.

Das Rechnen mit dem Potential ist sehr einfach. Die Energieerhaltung ergibt sich, da die gegenseitigen Beschleunigungen sich aufheben müssen. Die Energie der Rakete hat sich real erhöht. Man schreibt dem Potential einfach eine negative Energie zu. Das Objekt, unsere Rakete, hat seine Raumzeitdichte beim Verlassen des Potentials aber tatsächlich erhöht. Das wird bei der Berechnung alles in einen Topf geworfen. Durch eine negative Energie im Potential bekommen wir die Energieerhaltung und die Berechnungen sind sehr einfach.

Wie verhält es sich hier beim Sonderfall Licht. Schauen wir uns ein Photon in der Wellenbeschreibung an, da ist es etwas einfacher. Das Photon muss nicht unbedingt langsamer werden, es kann noch etwas anderes machen. Wenn die Energie eines Photons durch seine Wellenlänge bestimmt wird und eine Beschleunigung einer Erhöhung der Energie entspricht, dann kann das Photon bei gleicher Geschwindigkeit seine Energie durch eine kleinere Wellenlänge erhöhen. Das ist die Blauverschiebung. Will das Photon aus dem Gravitationspotential wieder heraus, geht es umgekehrt und wir erhalten die Rotverschiebung. Es muss einen Teil seiner vorhandenen Raumzeitdichte gegen die Beschleunigung der Gravitation antreten lassen. Das funktioniert aber nur in das Potential hinein oder heraus. Hier gibt es keine Shapiro-Verzögerung, da die Beschleunigung in der Wellenlänge abgebildet werden kann. Damit ist geklärt, woher das Äquivalenzprinzip kommt. Nochmals in kurzen Sätzen zusammengefasst:

- Raumzeitdichte hat immer eine identische Veränderung von Raum- und Zeitkomponente. Daher gilt das erste Axiom für alle Objekte in unserem Universum.
- Raumzeitkrümmung hat immer eine gegenläufige Veränderung von Raum- und Zeitkomponente.
 - Eine Raumzeitdichte verändert sich in einer Raumzeitkrümmung nicht.
 - Damit kann diese ihren Bewegungszustand selbst nicht verändern.
 - Das Verhältnis von Raumzeitdichte zur Raumzeitkrümmung bleibt identisch (Fläche).
 - Damit der Bewegungszustand **identisch bleibt** (es gibt keine Wechselwirkung von außen), zum Beispiel 1m/s, muss eine Raumzeitdichte in einer Raumzeitkrümmung eine Beschleunigung erfahren.
- Wird jemals ein Graviton entdeckt, ist die DP falsifiziert.
- Da alles aus Raumzeitdichte besteht, muss bei der Gravitation auch alles mitmachen.
- Da Licht nicht weiter beschleunigt werden kann, muss eine Rotverschiebung, eine Blauverschiebung oder eine Shapiro-Verzögerung eintreten.
- Der höhere Bewegungszustand wird, in der Sichtweise eines Potentials, einfach als negative Energie (Raumzeitdichte = Bewegungszustand = Energie) gewertet. Damit bleibt die Gesamtenergie identisch. Die Raumzeitdichte wurde nicht geändert.

Mit dieser kleinen Erklärung sollte nun auch klar sein, warum Lagrange und Hamilton so schön funktionieren. Dies kommt alles von der Energieerhaltung. Eine Raumzeitdichte kann sich eben nur wandeln und verschwindet oder vermehrt sich nicht einfach.

Mit diesem Wissen können wir uns der Kosmologie zuwenden. Die Entwicklung unseres Universums.

6 Kosmologie

Hier geht es um die Entwicklung unseres Universums. Es basiert alles auf der ART. Wir werden die Sichtweise auf das Universum um die höher- und niederdimensionalen Raumzeiten erweitern müssen. Wir legen fest, dass der Begriff „Universum“ immer alle diese Raumzeiten umfasst. Eine Raumzeit ist nur eine bestimmte Raumzeitkonfiguration. Das Universum ist ein Sammelbegriff für alles.

Wir werden für die Kosmologie die Raumzeiten über die dimensionale Grenze hinweg zu einem Universum verbinden. Damit ist unser Universum über rekursive Raumzeiten, nicht auf eine Raumzeit festgelegt. Jede einzelne dieser Raumzeiten ist für sich ein Potentialfeld.

Wir können angeben, was der Urknall wirklich war, aber nicht seinen echten Ursprung bestimmen. Wir können für die Dunkle Materie ein Objekt angeben, welches aber kein neues Elementarteilchen ist. Die Dunkle Energie wird nicht mehr benötigt.

Auch hier gibt es für mich eine zu selten gestellte Grundfrage. Warum dehnt sich unserer Raumzeit aus? Ist es die Raumzeit oder wie in den Lehrbüchern beschrieben nur der Raum? Aus den Feldgleichungen der ART ergibt sich, dass ein statisches Universum nicht funktioniert. Die ART lässt nicht wirklich ein statisches Universum zu. Ja, aber Mathematik zwingt kein Objekt irgendetwas zu tun. Es muss einen Grund geben, der in diesem mathematischen Modell eingebaut ist.

Zusätzlich werden wir in diesem Kapitel weitere „Verformungen“ der Raumzeit kennenlernen. Das Bild ist noch nicht vollständig. Diese Verformungen sind nicht in alle Raumzeiten so möglich. Das ist von der Anzahl der Raumdimensionen abhängig. Wir benötigen alle diese Zutaten, um ein sauberes und geschlossenes Bild für die ART und das Universum selbst aufbauen zu können.

6.1 Rekursives Universum

Wir haben einen Ansatz mit Raumzeitdichte und Raumzeitgrenzen. Daher hat jedes n-dimensionale Raumzeitvolumen unendlich viele niederdimensionale Raumzeiten und mindestens eine höherdimensionale Raumzeit. Wir schauen uns an, wie sich diese über die unterschiedliche Anzahl der Raumdimensionen auswirken. Das wird später für Teil 3 QFT nochmals wichtig. Aus diesem Ansatz wird auch klar werden, dass die QFT und die Kosmologie Hand in Hand gehen. Viel stärker als im Standardmodell. Wir machen es uns wieder einfach und starten von null ab.

6.1.1 0-Raumdimensionen

Das ist für uns sehr einfach. Wir hatten dies bei den Grenzen der Raumzeit schon besprochen. Das war die Diskussion mit der mathematischen Abstraktion eines Punktes. Es kann keine Raumzeit ohne eine Raumdimension geben. Damit sind wir schon fertig. Raumzeit ohne Raumdimension wird nicht mehr besprochen.

6.1.2 1-Raumdimension

Wenn wir eine Raumdimension haben, dann haben wir auch immer eine Zeitdimension dazu. Damit eine Raumzeit. In der DP kann es immer nur eine Zeitdimension in einer Raumzeitkonfiguration geben, da diese das Abstandsmaß zur Raumzeitgrenze ist.

Das Problem mit nur einer Raumdimension ergibt sich aus der ART. Diese kann in einer Raumzeit mit nur einer Raumdimension nicht abgebildet werden. Es geht darum, die Verformungen der Raum- und Zeitkomponenten zueinander zu bestimmen. Bei nur einer Raumdimension kann damit keine Raumzeitkrümmung festgestellt werden. Die ART startet erst

bei zwei Raumdimensionen. Selbst wenn wir auf nur einer Raumdimension eine Dichte und eine Krümmung rein logisch haben könnten, es gibt keine niederdimensionale Raumzeit dazu. Es kann keine Masse-Energie-Äquivalente geben, da es keine niederdimensionale QFT geben kann. Diese sind aber die Quellen für die Raumzeitkrümmung. Ergebnis: In einer Raumzeit mit nur einer Raumdimension kann es keine Abbildung von Raumzeitdichte oder Raumzeitkrümmung geben.

Ist 1D damit raus? Nein, nicht ganz. Für uns ist 1D verwendbar und muss es auch sein. Entgegen der ART, können wir mit extrinsischen Ausprägungen arbeiten. Das wirkt nicht in 1D. Wir erhalten in 2D eine höhere Raumzeitdichte, wenn 1D dort eine extrinsische Ausprägung aufweist. In 2D ist mehr 1D Raumzeit vorhanden.

Bild 32



Abbildung 32 zeigt über eine Welle mehr 1D Raumzeit in einer 2D Raumzeit.

Das werden wir in Teil 3 für die Beschreibung der Neutrinos wieder benötigen. In der Kosmologie ist für uns wichtig, dass eine 1D Raumzeit für sich selbst keine Abbildung einer Raumzeitdichte und damit einer Raumzeitkrümmung haben kann. Es kann in 1D keine Entwicklung innerhalb der Raumzeit geben. Es ist keine Kosmologie innerhalb von 1D möglich.

6.1.3 2-Raumdimensionen

In 2D sind wir „fast schon happy“, aber nur fast. Wir können in einer 2D Raumzeit die ART vollständig abbilden, mit einer entscheidenden Einschränkung. Wissenschaftlich ausgedrückt, es fehlt der Freiheitsgrad, dass die Raumzeitkrümmung durch den Raum propagieren kann. Umgangssprachlich ausgedrückt, alles ist fix. In 2D ist für die Raumzeitkrümmung und damit auch für die Raumzeitdichte keine Möglichkeit für eine Veränderung gegeben.

Wir stellen uns 2D oft als unsere 3D Raumzeit auf eine Fläche „gequetscht“ vor. Diese Vorstellung ist vollkommen falsch. Dort kann sich kein Planet, keine Sonne, keine Galaxie oder Leben bilden. Etwas ist statisch vorhanden oder nicht. Es gibt nur zwei Möglichkeiten für eine Abbildung:

- Wir können eine statische extrinsische Abbildung wie in 1D erhalten, z.B. ein Photon
- Wir können ein statisches Schwarzes Loch abbilden. z.B. ein Elektron.

Mehr geht nicht. Der Grund dafür ist einfach. Wir haben in 2D keine niederdimensionale QFT zur Verfügung. Um Elementarteilchen abbilden zu können, muss eine QFT vorhanden sein. In 1D haben wir nur die Möglichkeit der extrinsischen Abbildung einer Raumzeitdichte in 2D. Das ergibt für uns Neutrinos. Das Ende der Fahnenstange ist erreicht. Wir können in 2D als Elementarteilchen nur Neutrinos abbilden. Weitere Abbildungen einer Raumzeitdichte darf es nur ohne eine niederdimensionale QFT geben. Das hatten wir schon bei den Grenzen der Raumzeit. Nur ein Schwarzes Loch ist eine Raumzeitdichte ohne eine niederdimensionale Abbildung. Kosmologie ist die Entwicklung der Raumzeit. Ein Schwarzes Loch in 2D kann keine Entwicklung haben, da alles statisch ist.

2D ist für die Kosmologie damit raus. Insbesondere ist eine 2D Raumzeit sehr unterschiedlich zu unserer 3D Raumzeit. Das 2D vollkommen statisch ist wird uns später bei der QFT wieder zugutekommen.

6.1.4 3-Raumdimensionen

Wir sind endlich bei unserer Raumzeit angekommen. Wir werden sehen, dass eine 3D Raumzeit etwas ganz Besonderes ist. Wir haben aus 3D heraus zwei für uns „Lebenswichtige“ Besonderheiten.

- Ab 3 Raumdimensionen ist eine Entwicklung innerhalb einer Raumzeit möglich. Wenn es für Leben eine Eigenschaft gibt, die wir als das Wichtigste bezeichnen können, dann ist dies Evolution. Ohne Evolution kein Leben. Kosmologie ist die Evolution der Raumzeit. Da alles Raumzeit ist, kann es Leben erst ab 3D geben.
- Evolution ist aber nicht einfach nur Veränderung. Evolution ist eine Veränderung aus stabilen Schritten heraus. Damit wir einzelne Schritte/Objekte oder besser Elementarteilchen haben können benötigen wir eine niederdimensionale QFT. Damit ist dies auch erst ab 3D möglich, da wir eine niederdimensionale Abbildung erst in der 2D Raumzeit haben. Alle Abbildungen in 2D sind statisch. Wir können die verschiedenen Möglichkeiten einer 2D Abbildung in 3D erst bei einer Messung feststellen. Die einzelnen Möglichkeiten (Zustände), welche zur Auswahl stehen sind auch in der QFT statisch. Nur die Mischung oder Auswahl der Möglichkeiten bleibt bis zur Messung offen. Ohne diesen statischen Unterbau gäbe es keine QFT wie wir diese kennen.

Mit diesen kleinen Überlegungen sollte bereits klar sein, dass es Leben, wie wir es definieren oder verstehen können, nur und ausschließlich in einer 3D Raumzeit gibt. Da der Rest des Kapitels sich fast nur um unsere 3D Raumzeit dreht können wir diese Beschreibung hier beenden.

6.1.5 4-Raumdimensionen

Wir dürfen bei 3D nicht aufhören. Wir haben in unserer Raumzeit Schwarze Löcher. Diese sind der Übergang in eine höherdimensionale Raumzeit. Damit sind wir uns sicher, dass unsere 3D Raumzeit in mindestens einer 4D Raumzeit eingebettet ist. Das ist die gute und auch die schlechte Nachricht. Gute, da dies eine Erklärung für den Urknall liefert. Denn Urknall beschreiben wir im nächsten Abschnitt. Schlecht, da wir damit die Büchse der Pandora öffnen. Wir erhalten zwei große Probleme.

6.1.5.1 Unendliche viele 3D Raumzeiten

Wir haben bei den Grenzen der Raumzeit festgestellt, dass jedes n-dimensionale Raumzeitvolumen unendlich viele (n-1)-dimensionale Raumzeiten haben muss. Wenn es mindestens eine 4D Raumzeit gibt, dann auch unendlich viele 3D Raumzeiten. Suchen wir für experimentelle Befunde aus dem Kosmos eine Erklärung, so bekommen wir einen neuen riesigen Lösungsraum. Die 3D Raumzeiten könnten sich gegenseitig beeinflussen. Suchen wir einen „Schuldigen“ für die Dunkel Materie oder die Dunkle Energie, so lässt sich aus unendlich vielen 3D Raumzeiten mit Sicherheit etwas aufbauen.

Wir machen es hier wie die ART. Dort hat man aus Gründen der Sparsamkeit explizit keine höher- oder niederdimensionale Raumzeit angenommen und alles in die 3D Raumzeit gelegt. Wir werden uns bei den Lösungsmöglichkeiten an dieses Prinzip halten. Erster Versuch der Erklärung sollte immer aus unserer Raumzeit kommen. Nur wenn es gar nicht anders geht, griffen wir zu den unendlich vielen anderen 3D Raumzeiten oder in die 4D Raumzeit.

6.1.5.2 QFT aus 4D heraus

Wenn es eine Raumzeit mit 4 Raumdimensionen gibt, dann müssen wir doch einfach nur unsere Mathematik um eine Raumdimension erhöhen und können dann in 4D wieder alles berechnen. Bei der ART funktioniert dies vermutlich gut. Es wird alles etwas komplizierter, aber es ist prinzipiell möglich.

Bei der QFT aus 4D heraus hört der Spaß auf. Die QFT aus unserer Raumzeit heraus ist schon sehr kompliziert. Diese ist aus zwei Gründen gerade noch beherrschbar. Wenn man dies so überhaupt sagen kann.

- Die Mathematik ist linear
- Die einzelnen Möglichkeiten sind fix. Nur die Mischung oder Auswahl der fixen Möglichkeiten unterliegt der Wahrscheinlichkeit.

Eine QFT aus 4D hat als niederdimensionalen Unterbau 3D. In 3D gibt es eine Evolution der Abbildungen in der Raumzeit. Da bleibt nichts fixiert. Die Möglichkeiten der Abbildungen sind in unserer 2D QFT nur extrinsische Ausprägungen und Schwarze Löcher. In 3D gibt es alles, was in unserem Universum zu sehen ist. Die QFT aus 4D heraus muss unglaublich kompliziert sein. Zusätzlich bilden sich in unserer Raumzeit Schwarze Löcher. Diese sind wieder eine Verbindung in 4D. Da ist der Grund für den physikalischen und mathematischen Super-GAU.

Das ist so weit weg von allem, was ich mir vorstellen kann, dass ich die Finger davonlasse. Damit ist 4D als Lösung absolut unbefriedigend. Wir werden aber mindestens einen Lösungsansatz in einen Bereich verschieben, denn wir nicht untersuchen können. Das ist eigentlich keine Lösung, sondern nur ein „Verschieben“. Die DP gibt diesen Weg aber zwingend vor.

6.1.6 Abbruch der Rekursion

Natürlich dürfen wir auch bei 4D nicht aufhören. Die Rekursion kann mathematisch wieder bis ins unendliche gehen. Wie viele Raumdimensionen gibt es dann? Ich weiß es nicht.

Wir können aber eine Abschätzung machen. Wenn wir von einer n-dimensionalen Raumzeit zu einer (n-1)-dimensionalen Raumzeit eine QFT Abbildung haben wollen, dann darf die Raumzeitdichte in der n-dimensionalen Raumzeit kein Schwarzes Loch sein. Daraus folgt, dass die gesamte Raumzeitdichte unserer 3D Raumzeit in 4D für ein Schwarzes Loch nicht ausreichend ist (weitere Argumentation dazu im nächsten Abschnitt zum Urknall). Wir müssen ein Quantum der Raumzeit aus 4D sein und nicht eine Sammlung aus Quanten. Unsere Raumzeit hat als eine Raumzeitdichte angefangen.

In unserer Raumzeit ist die Planck-Masse das Kriterium für ein Schwarzes Loch. Die einfachste Abbildung in 2D als Schwarzes Loch ist ein Elektron (Planck-Masse in 2D). Der Unterschied von 3D zu 2D ist bereits ca. 10^{22} . Das Universum hat eine Gesamtmasse von ca. 10^{57} kg. Die Planck-Masse in unserer Raumzeit ist nur 10^{-8} kg. Der Unterschied von 3D zu 4D muss damit mindestens ca. 10^{65} sein. Je Raumdimension in einer Raumzeit wächst dieser Wert extrem schnell an. Wenn in einer Raumzeit nicht mehr genug Raumzeitdichte für die Abbildung der Planck-Masse zustande kommt, bricht die Rekursion ab. Ich glaube nicht, dass wir aus dem einstelligen Bereich der Raumdimensionen herauskommen.

6.2 Urknall

Wir haben genug zusammengetragen, um den Urknall fast auflösen zu können. Ganz schaffen wir es nicht, weil wir in den Bereich der unbefriedigenden Lösungen „verschieben“ müssen. Wir werden hier zwingend 4D benötigen. Beschreiben wollen wir einen Urknall in einer 3D Raumzeit. Wir werden sehen, dass ein Urknall sehr viel mit der QFT zu tun hat.

Beim Urknall aus dem Lehrbuch gibt es drei grundlegende Probleme.

- Wir starten mit einer Raumzeit auf Planck-Länge und extrem hoher Energie. Es fehlt der eigentliche Entstehungsprozess des Startpunktes oder der Raumzeit. Woher kommt die Raumzeit in Planck-Größe, die Energie, die Felder usw.?
- Der Urknall soll aus einer Fluktuation heraus gestartet sein. Die Diskussion welches Feld es gewesen sein soll, lassen wir hier weg. Es wird eine irgendwie geartete Fluktuation benötigt. Wo soll die den herkommen, wenn wir noch keinen Zeitablauf definieren können. Schwankung ohne eine Definition von Zeit und Raum?
- Wenn eine Schwankung in einem Feld der QFT die Expansion der Raumzeit ausgelöst haben soll, dann muss dieses Feld in irgendeiner Form mit der Raumzeit koppeln. Ein Feld kann Schwanken wie es will, die Raumzeit fängt zu expandieren an. Es muss eine Kopplung geben. Wie sieht die den aus?

Es gibt im Lehrbuch für keine dieser Fragen eine Antwort. Die Entwicklung des Universums wird einfach (hier viel zu einfach) auf die Planck-Zeit und Planck-Länge zurückgerechnet. Raumzeit, Energie in der Raumzeit, Felder, Fluktuation, Kopplung Felder mit Raumzeit usw. müssen dann einfach vorhanden sein. So wollen wir unser Universum nicht starten lassen.

6.2.1 Was geht nicht

Versuchen wir mal alles durch was wir bis jetzt haben:

- 0-Raumdimensionen gibt es nicht
- 1-Raumdimension hat keine Abbildung
- 2-Raumdimensionen sind statisch, damit keine Fluktuation oder Initialzündung möglich

Tatsächlich müssen wir auch beim Urknall mit 3 Raumdimensionen starten. Uns geht es in der DP mit nur 3 Raumdimensionen aber genauso wie der Lehrbuchphysik. Wir könne wieder die 3 Fragen nicht klären. Dazu ist eine 3D Raumzeit einfach zu wenig. Das Lehrbuch geht auf diverse Felder. Wir müssen auf etwas anderes ausweichen. Da bleibt leider nur eine Möglichkeit übrig. Die unbefriedigende 4D-Lösung. Versuchen wir die 3 Fragen zu lösen.

6.2.2 QFT für 4D Raumzeit als Entstehungsprozess

Wie immer leitet uns die DP in die richtige Richtung, da es fast keine Auswahlmöglichkeiten gibt. Um in eine n -dimensionale Raumzeit eine Raumzeitdichte zu bekommen, muss es einfach eine Raumzeitdichte in einer $(n+1)$ -dimensionalen Raumzeit geben. Da die Raumzeitdichte die Raumzeit selbst darstellt, ist diese „niederdimensionale Abbildung“ eine echte Erzeugung der Raumzeit.

Damit ist klar:

Der Urknall ist eine Abbildung eine Raumzeitdichte von 4D als dortige QFT auf eine 3D Möglichkeit.

Ich weiß, das ist für einen Urknall wenig spektakulär. Innerhalb der DP ist dies aber die einzige Möglichkeit, die wir haben.

Wenn wir unseren Körper betrachten, dann konnten wir uns bis jetzt, als fast göttliches Wesen ansehen. Jedes einzelne Elementarteilchen unseres Körpers und das sind verdammt viele, hat unendlich viele Abbildungen in niederdimensionalen Raumzeiten. Wir sind aus einer unendlichen Anzahl von 2D und 1D Raumzeiten mit Schwarzen Löchern aufgebaut. Einfach Wow!! Jetzt kommt der Dämpfer. Aus der Sicht eine 4D Raumzeit sind wir was? Die beste Bezeichnung ist wohl „Nichts“. Unser Universum als Ganzes ist dort eine beliebige Raumzeitdichte. Ob es da auch Elementarteilchen gibt usw., keine Ahnung. Wie gesagt ich höre

genau dort auf. Die QFT in 4D müssen schlauerer Leute lösen. Erst ein Schwarzes Loch in unserer Raumzeit erzeugt wieder eine Wirkung in 4D. Alles andere ist für 4D nicht relevant.

Was wir machen können, ist, dass wir eine wichtige Abbildung ausschließen. Wir können in 4D kein Schwarzes Loch sein. Sonst würde es zu dieser Raumzeitdichte keine niederdimensionale Abbildung geben. Da es unser Universum gibt, ist dies ausgeschlossen. Das gleiche Argument gilt auch für die immer wieder auftauchende Idee, dass unser Universum ein 3D Schwarzes Loch ist und wir im Zentrum des Schwarzen Loches sind. Auch dann dürfte die Raumzeitdichte keine niederdimensionale Abbildung haben. Ich bin mir bei meinem Umfeld aber ziemlich sicher, dass wir der QFT unterliegen.

Sorry, dass der Urknall so einfach ist. Wir können nun exakt angeben, was der Urknall in unserer Raumzeit ist. Wie haben das Grundproblem aber nicht gelöst. Es wurde einfach von 3D auf 4D verschoben. Woher stammt dann die Raumzeitdichte in 4D? Ich habe keine Ahnung. Ich kann noch nicht einmal eine Aussage machen, ob wir in 4D nur eine Möglichkeit sind oder in einer Messung dort als etwas reales zählen. Ich gebe zu, diese Lösung ist sehr unbefriedigend. Es ist aber die Einzige, die wir haben.

6.2.3 Fluktuation bei Planck-Länge und Planck-Zeit

Für die „Startbedingung“ des Urknalls geht das Lehrbuch von der Planck-Länge und der Planck-Zeit aus. Warum eigentlich? Vermutlich geht man davon aus, dass es keine kleinere Länge oder Zeit in unserem Universum gibt. Wenn die Größe des Universums zurückgerechnet wird, muss man spätestens hier stoppen. Sind die Planck-Länge und Planck-Zeit wirklich gute Annahmen für die Startbedingung des Universums? Für die DP nicht. Das hat zwei Gründe:

- Bei diesen Größen ist es auch in der DP nicht mehr möglich, eine Fluktuation zu haben. Damit kann es den gewünschten Zündfunken aus den Lehrbüchern nicht gegeben haben
- Wir können eine kleine Rechnung für die Startgröße machen

6.2.3.1 Planck-Länge und Planck-Zeit als Untergrenze

Wir gehen wie die ART von einer kontinuierlichen Raumzeit aus. Da darf es keine kleinsten Werte für Zeit oder Länge geben. Wir hätten sonst kein Kontinuum. Woher kommt das mit dieser Untergrenze.

In der DP hat die Planck-Länge oder die Planck-Zeit für sich allein keine Relevanz. Es sind die Werte die wir für c , d und h benutzen. Dort treten diese Werte aber immer in einer Kombination auf. Diese Kombination der Werte ist entscheidend. Damit sind dies keine kleinsten Raum- oder Zeiteinheiten.

Wo die DP und der Lehrbuchansatz identisch sind, sind die Planck-Länge und Planck-Zeit als kleinste Schranke für eine Wechselwirkung. Will man in diese Bereiche eine begrenzte Wechselwirkung haben, dann ist so viel Energie notwendig, dass der Wert von d überschritten wird und es in ein Schwarzes Loch geht. Beide Theorien sind sich einig, dass es in diesem Bereich keine irgendwie geartete Wechselwirkung geben darf.

Wir lassen jetzt mal beim Urknall die Herkunft der Raumzeit und Felder aus dem Lehrbuchansatz außer Acht. Den Urknall wollen wir wie gewünscht aus einer Schwankung, Symmetriebruch oder ähnliches entstehen lassen, dann geht dies bei den Planck-Größen nicht. Auf dieser Ebene ist Raum und Zeit nicht definiert. Wie soll da eine Wechselwirkung in Raum und Zeit stattfinden?

Ich verstehe, dass man eine unterste Grenze benötigt und aus Ermangelung von etwas besseren diese erstmal gezogen hat. Sorry, das macht einfach keinen Sinn. Können wir in der DP etwas Besseres angeben?

6.2.3.2 Startgröße des Universums

Wir können die Startgröße nicht exakt berechnen. Wir können aber wieder eine Abschätzung machen. Unser Ansatz für die Rechnung ist d , die Dimensionale Konstante. Wir sind uns sicher, dass unser Universum nicht als Schwarzes Loch gestartet ist. Dann darf die Raumzeitdichte nicht zu groß gewesen sein. Damit können wir für die Aufteilung der Energie beim Urknall eine Mindestgröße angeben, welche nicht unterschritten werden darf. Wir machen die Rechnung etwas einfacher und nicht 100% exakt, da es nur um eine Abschätzung geht. Wir nehmen den Kehrwert von d , dann ist es etwas offensichtlicher.

$$\frac{E_P}{l_P} > \frac{E_V}{l_{Gesucht}} \rightarrow l_{Gesucht} > E_V * d$$

Wir gehen davon aus, dass der Kehrwert von d immer größer sein muss, als die rechte Seite. Wenn der Bruch auf der rechten Seite größer oder gleich der linken Seite ist, müsste eine Schwarzes Loch entstehen. Dann alles einsetzen:

Energie im Vakuum ca. : $7,67 * 10^{-10} \text{ Joule}/\text{m}^3$

$d : 8.26 * 10^{-45}$

$$l_{Gesuc} > 6,338 * 10^{-54}$$

Hoppla! Das ist kleiner als die Planck-Länge. Wir haben auch die Energie aus einem Volumen einfach auf eine Länge gelegt. Wir müssen die Größenabschätzung je Raumdimension machen. Unsere gesamte Raumzeit fängt klein an.

$$l_{Gesuc} > \sqrt[3]{6,338 * 10^{-5}} \rightarrow l_{Gesuc} > 1,85 * 10^{-18} \text{ Meter}$$

Das ist als untere Grenze immer noch sehr klein. Ein Proton ist ca. 1000-mal größer. Der Startpunkt ist aber mindestens 17 Größenordnungen von der Planck-Länge entfernt.

6.2.4 Kopplung der Felder und der Raumzeit

Das ist für mich eines der wichtigsten Themen in der Kosmologie. Das ist auch ein Grund für die Annahme der DP mit der Raumzeitdichte und den Raumzeitgrenzen. Wie kann die Fluktuation oder der Symmetriebruch eines Feldes der QFT die Raumzeit beeinflussen?

Die Raumzeit (oder nur der Raum) dehnen sich aus. Was ist mit den Feldern? Sorgen die dafür, dass sich die Raumzeit ausdehnt? Wenn ja, dann muss es eine Kopplung geben. Wenn nein, dann dürfen sich diese Felder nicht mit der Raumzeit ausdehnen? Waren die schon vorher im Unendlichen vorhanden? Dann betrifft der Urknall nur Raumzeit und keine QFT-Felder? Wenn Feldschwankungen in der Raumzeit etwas auslösen sollten, dann muss es aber eine Kopplung geben.

Wie können endlos Fragen stellen, es läuft immer darauf hinaus, dass die Felder der QFT mit der Raumzeit eine Kopplung haben müssen. Im umgekehrten Fall würden diese Felder einfach nichts auslösen. Ich habe noch nie eine Beschreibung davon gesehen. Das ist eine riesige Baustelle in der QFT, an der aber nicht gearbeitet wird.

In der DP haben wir leichtes Spiel. Alle Felder der QFT sind niederdimensionale Raumzeitkonfigurationen. Niederdimensionale Raumzeiten entstehen erst mit der Abbildung der Raumzeitdichte aus der höherdimensionalen Raumzeit. Diese Felder waren vor dem Urknall nicht da. Daher kann es bei uns auch keine Fluktuation gewesen sein.

Aus den Grenzen der Raumzeit ergibt sich, dass es zwischen 2D und 3D die geometrischen Begriffe wie Größe, Länge usw. nicht gibt. Ob sich die 3D Raumzeit ausdehnt, ist einer 2D Raumzeit vollkommen egal. Die uns bekannte Kopplung sind die Teilchen des Standardmodells. Dies ist die einzige mögliche Abbildung der Raumzeitdichte über die Grenze hinweg. Ein Elektron

kurz nach dem Urknall, kurz vor der Lichtgeschwindigkeit oder auf dem Weg ins Zentrum eines Schwarzen Loches ist immer ein identisches Elektron. Was die Raumzeit trieb, ist dem Elektron egal. Es muss nur die Abbildung einer Raumzeitdichte sein.

In der DP ist für unsere 3D Raumzeit die QFT-Abbildung für den Urknall im ersten Schritt nicht relevant. Der Urknall ist aber eine 4D QFT-Abbildung in 3D. Damit wird die Raumzeit tatsächlich erzeugt. Unser gesamtes Universum ist vermutlich ein 4D-Elementarteilchen.

Der dimensionale Übergang per Raumzeitdichte ist die einzige Kopplung der verschiedenen Raumzeiten zueinander.

6.3 Warum Expansion?

Kommen wir zu **der Grundsatzfrage der Kosmologie**. Warum expandiert das Universum und was expandiert da eigentlich?

Kommt mir jetzt nicht mit: „Die Friedmangleichungen aus der ART heraus bestimmen, dass es einen Skalenfaktor für den Raum (nicht Raumzeit) gibt. Damit muss sich das Universum ausdehnen.“ Nein, nein und nochmal nein. Mathematik beschreibt die Natur. Mathematik ist keine „Kraft“ der Natur, die eine Wirkung erzeugen kann. Wenn aus einer Beschreibung heraus so eine Aussage gemacht wird, dann muss es dafür einen physikalischen Grund geben. Dieser ist in dem mathematischen Modell eingebaut.

Was ist der Grund? Die Antwort in der Lehrbuchphysik ist sehr einfach: Das ist nicht bekannt. Leider kommt diese Antwort zu selten. Es wird immer mit der Mathematik der ART argumentiert. Die Dunkle Energie ist nur für ein späteres exponentielles Wachstum da. Für die, sagen wir mal erste Milliarden Jahre, spielte diese für die Expansion keine Rolle. Wir brauchen eine Expansion sofort mit und nach der Inflation. Ja genau, wir brauchen dann auch noch eine Inflation, damit die Beobachtungen zueinanderpassen. Dann kommt noch Dunkle Materie und Dunkle Energie dazu usw.

Die Beobachtung der Expansion und der Skalenfaktor aus den Friedmangleichungen passen einfach so schön zusammen, dass man die gesamte Kosmologie darauf aufgebaut hat. Den Urknall haben wir schon, dann könnte der Rest doch identisch verlaufen. Wir werden zeigen, dass die Beschreibungen, bei einer bestimmten Sichtweise, fast identisch sind. Wir werden aber in der DP komplett andere Grundlagen benutzen.

Aus diesem Grund werden wir in dem Aufbau des Textes eine Veränderung vornehmen. Bis jetzt hatten wir zuerst oder gleichzeitig die klassische Sicht aus dem Lehrbuch mit der DP zusammen aufgebaut. Dann fällt der Vergleich einfacher aus. Das funktioniert hier nicht mehr. Wir werden erst die Kosmologie aus Sicht der DP aufbauen. Später diese mit der klassischen Sicht vergleichen. Die Ansätze sind zu verschieden. Damit wird die Grundlage der Kosmologie, aus Sicht der DP, für Profis in der Kosmologie etwas seltsam vorkommen. Beispiel: In der DP verändert sich die Raumzeit und nicht nur der Raum. Wir werden sehen, dass dies bei den Friedmangleichungen auch so ist. Nur eben sehr gut versteckt. Für das volle Bild zur Kosmologie muss daher das Kapitel 6 in der gegebenen Reihenfolge komplett durchgearbeitet werden. Der Bezug zur Lehrbuchphysik kommt erst am Ende.

6.4 Expansion der Raumzeit

Fragen wir noch einmal: Warum expandiert die Raumzeit? Diese Frage lässt sich in der DP sehr leicht beantworten. Einfach auf Grund der Existenz der Raumzeit.

- Jeder Raumzeitpunkt besitzt eine Raumzeitdichte
- Raumzeitdichte ist Energie, Geometrie und **Bewegungszustand** in einem. Das ist eine identische Eigenschaft mit unterschiedlichen Beschreibungen.

- Es muss kein Teilchen für eine Bewegung vorhanden sein. Selbst ein Raumzeitpunkt im Vakuum muss einen Bewegungszustand aufweisen.
- Damit müssen alle Raumzeitpunkte zueinander einen Bewegungszustand haben. Die Entfernung muss sich vergrößern oder verkleinern.
- Dieser Bewegungszustand darf keine ausgezeichnete Richtung ausweisen. Es muss ein Bewegungszustand in allen Richtungen gleichzeitig sein.
- Eine in alle Richtungen gleichzeitige Bewegung der Raumzeit selbst entspricht der Raumzeitexpansion. Ein Raumzeitpunkt hat eine „skalare“ Bewegung.

Aus dem gewählten Ansatz heraus ergibt sich zwingend, dass die Raumzeit niemals eine in sich statische Struktur sein kann. Nach dem Warum brauchen wir nicht zu suchen. Es ist umgekehrt, ohne eine Raumzeitexpansion oder -kompression macht der Ansatz der DP keinen Sinn.

6.4.1 Bekannte Veränderungen der Raumzeitkomponenten

Wenn ein Raumzeitpunkt ein Bewegungszustand ist, dann ist noch nicht klar, wie oder ob sich die Raumzeitkomponenten verformen müssen. Wir haben bis jetzt zwei Verformung für die Raumzeitdichte und eine für die Raumzeitkrümmung:

- Für eine Ruhemasse muss es eine skalare Raumzeitdichte geben. Erster Teil der Energie.
- Für den Impuls muss es eine vektorielle Raumzeitdichte geben. Zweiter Teil der Energie.
- Für das Kontinuum der Raumzeit muss die Raumzeitkrümmung zur Raumzeitdichte hin ausgleichen. Keine Energieveränderung in der Raumzeit.

Schauen wir uns die vorhandenen Möglichkeiten an, ob wir diese für die Expansion benutzen können.

6.4.1.1 Skalare Raumzeitdichte für Teilchen

Eine skalare Raumzeitdichte klingt doch schon sehr gut. Genau dies suchen wir für die Expansion. Wir haben hier aber ein Problem. Diese skalare Raumzeitdichte für ein Masse-Energie-Äquivalent definiert sich dadurch, dass die Energie höher als in der Umgebung ist. Damit werden Zeit- und Raumkomponente im identischen Maße kürzer. Die Längendefinition wird kleiner. Wir brauchen eine Vergrößerung, das ist die Beobachtung. Damit ist klar, so falsch ist das nicht. Nur die Richtung stimmt nicht. Das bedeutet die Expansion könnte das Gegenstück sein. Eine Vergrößerung von Zeit- und Längendefinition.

Kommt aber gleich die nächste Frage. Wenn eine Raumzeitdichte zwingend skalar expandieren muss, warum macht dies dann eine Masse-Energie-Äquivalent nicht auch? Im Prinzip gibt es in der Betrachtung zwischen einem Elementarteilchen und der kompletten Raumzeit im Urknall, als Raumzeitdichte keinen Unterschied. Das Elementarteilchen expandiert aber nicht. Da sind wir uns sehr sicher. Wo liegt die Differenz? Da gibt es zum Glück einen Spielverderber und eine Ausnahme. Wir gehen in diesem Abschnitt nur auf den Spielverderber ein.

Der Spielverderber ist die QFT. Jede Raumzeitdichte ab 3D hat eine niederdimensionale Abbildung. Diese kennt, über die dimensionale Grenze hinweg, keine geometrischen Angaben wie „Größe“. Die Abbildung in der QFT ist in 3D gesehen tatsächlich sowas wie eine Punktgröße. Die 3D Raumzeit ist nun nicht mehr unabhängig. Diese kann die Raumzeitkomponenten nicht mehr verändern, solange die QFT eine fixe Abbildung hat. Wir benötigen zwingend eine Wechselwirkung, damit sich in der QFT die Abbildungen der Raumzeit anders aufteilen können. Ohne bleibt alles fix. Die Raumzeit als Ganzes hat in 2D keine Abbildung in der QFT. Da gibt es maximal den Teilchen-Zoo aus dem Standardmodell. Damit muss die Raumzeit „zerfallen“ und expandieren.

6.4.1.2 Vektorielle Raumzeitdichte für Teilchen

Das ist wie gerade, nur ist die Raumzeitdichte auf eine bestimmte Raumdimension (Richtung) abgebildet. Der große Unterschied ist, dass der Impuls eine Abbildung in 3D ist. Dieser wird explizit nicht durch die Abbildung in der QFT geschützt. Das Verhalten sehen wir zum Beispiel an Neutrinos. Diese Teilchen sind stabil und wurden in der Frühphase des Universums in großen Mengen erzeugt. Die Neutrinos sind als solche heute immer noch messbar vorhanden. Der Impuls dieser Neutrinos hat durch die Expansion abgenommen.

Hier nochmal eine andere Bemerkung zur Bewegung. Der Impuls ist explizit eine vektorielle Raumzeitdichte. Nur diese kann in der Raumzeit selbst als Bewegung wahrgenommen werden. Damit wir ein Teilchen wahrnehmen können, brauchen wir erstmal die skalare Raumzeitdichte. Die Bewegung des Teilchens ist dann die vektorielle Raumzeitdichte. Daher muss die Expansion eine skalare Raumzeitdichte sein. Es bewegt sich nichts in der Raumzeit.

Die vektorielle Raumzeitdichte ist genauso wie die skalare Raumzeitdichte zur Expansion der umgekehrte Fall. Der umgekehrte Fall eines Impulses ist, ein negativer Impuls. Die Expansion soll dann eine Bremsung sein? Ein Energieverlust für die Raumzeit? Ihr seht, es bleibt spannend. Die Auflösung kommt noch in diesem Kapitel.

6.4.1.3 Raumzeitkrümmung

Bei der Raumzeitkrümmung vergrößert sich die Längendefinition und verkleinert sich die Zeitdefinition. Die größere Länge sieht erstmal gut aus. Warum nicht die Gravitation? Die Veränderungen der Komponenten bei der Gravitation kommen aus zwei Gründen nicht in Frage.

Die Raumzeitkrümmung ist keine Reaktion der Raumzeit auf sich selbst. Für eine Raumzeitkrümmung benötigen wir zwingend unterschiedliche Raumzeitdichten. Darauf reagiert die Gravitation. Wenn man so will, ist die Raumzeitkrümmung eine passive Reaktion. Es muss, zum Beispiel durch die QFT, erst ein Ungleichgewicht erzeugt werden. Bei der direkten Abbildung von 4D auf 3D gibt es keinen Grund zur Annahme, dass die Raumzeit nicht vollkommen homogen war. 4D würde in 3D keine Fluktuation kennen. Direkt beim Urknall sollte die Raumzeitkrümmung in unserer Raumzeit bei null gelegen haben. Daher ergibt sich aus der Gravitation keine Expansion.

Den zweiten Grund können wir auf Grund der Beobachtungen ausschließen. Die Gravitation ist immer auf ein Zentrum gerichtet und fällt mit der Entfernung ab. Laut den Beobachtungen benötigen wir eine im Universum fast überall identische Expansion. Das ist mit keiner Wechselwirkung zu machen deren Wirkung von einer Reichweite abhängig ist.

6.4.2 Neue Veränderungen der Raumzeitkomponenten

Wie wäre auf ein ähnliches Ergebnis gekommen, wenn wir uns die möglichen Veränderungen der Raumzeitkomponenten in einer Übersicht ansehen. Es gibt nur Zeit- und Raumkomponenten. Diese können sich nur vergrößern und verkleinern. Die Anzahl der Kombinationsmöglichkeiten ist gering. Wir erweitern die erste Übersicht der Verformungen:

Verformung	Verformung
Raumzeitkrümmung/Gravitation <ul style="list-style-type: none"> • Zeitdilatation • Längenrelaxation • inhomogen 	Raumzeitdichte <ul style="list-style-type: none"> • Zeitdilatation • Längenkontraktion • homogen
Anti-Gravitation <ul style="list-style-type: none"> • Zeitrelaxation • Längenkontraktion • inhomogen 	Expansion <ul style="list-style-type: none"> • Zeitrelaxation • Längenrelaxation • homogen

Abbildung 33 zeigt die möglichen Verformungen der Raumzeit

Wir haben die bekannten Verformungen. Dazu kann es aber noch jeweils das Gegenstück geben. Das Gegenstück in der Physik heißt gerne mal „Anti“. Daher bezeichnen wir das Gegenstück zur Gravitation: Anti-Gravitation und das Gegenstück zur Raumzeitdichte: Expansion. Bitte nicht Anti-Raumzeitdichte.

Wir lassen eine bestimmte Art von Kombinationen nicht zu. Wenn es eine Veränderung an einer Raumkomponente gibt, dann auch an der Zeitkomponente und umgekehrt. Die Möglichkeit einer Veränderung in der Raumkomponenten ohne eine Veränderung in der Zeitkomponente oder umgekehrt erlauben wir nicht. Die Veränderung der Längendefinition ist immer ein Schritt zur Raumzeitgrenze hin oder weg. Da die Zeit das Abstandsmaß zur Raumzeitgrenze ist, funktioniert innerhalb der DP eine Veränderung auf Raum und Zeit immer nur gemeinsam. Wenn wir etwas aus SRT und ART gelernt haben, dann dies, dass die Raumzeit als eine einzige Substanz zu betrachten ist. Die Komponenten verändern sich gemeinsam in gleicher Stärke oder gar nicht. Eine Expansion, welche nur den Raum aber nicht die Zeit beinhaltet, ist für uns nicht möglich. Damit stellen wir uns mal wieder entgegen der aktuellen Lehrmeinung bei der Expansion. Die Auflösung kommt später und ist erstaunlich einfach.

Was wir in diesem Diagramm leicht sehen können, ist, dass die Gravitation nicht das Gegenstück zur Expansion ist. Das wird häufig falsch erklärt. Die Gravitation sorgt nur für das Kontinuum in der Raumzeit. Der Gravitation ist eine Expansion oder ein Schrumpfen vollkommen egal. Sie reagiert nur auf die Schwankungen der Raumzeitdichte. Verändert die Raumzeitdichte aber explizit nicht.

Damit ist klar, was sich bei der Expansion vergrößert. Die Längen- und Zeitdefinition wird größer. Auch bei der Expansion wird nicht gequetscht oder gezogen. An jedem Raumzeitpunkt wird die Längen- und Zeitdefinition vergrößert. Das führt zu den größeren Abständen. Die Veränderung der Zeitdefinition können wir nicht erkennen, da sich diese über eine Entfernung nicht aufsummiert. Das machen wir am Ende beim Vergleich mit der Lehrbuchphysik.

Moment mal. Wenn das überall im Universum identisch passiert, dann könnte ich diese Zunahme doch gar nicht feststellen. Fast richtig. Die Elementarteilchen, aus denen alles besteht, machen da aber nicht mit. Die QFT lässt dies nicht zu. Damit wird die Raumzeit im Verhältnis zu einem Objekt immer größer. Zusätzlich messen wir dies aus einem Gravitationsfeld heraus. Die Gravitation ist zwar nicht das Gegenstück, setzt der Expansion aber einen Widerstand entgegen. Die Expansion will eine größere Zeitdefinition haben, die Gravitation eine kleinere. Raumzeit mit Gravitation erhöht den Widerstand zur Expansion.

6.5 Ablauf der Expansion

Wir haben nun alle Teile zusammen, um den Ablauf der Expansion zu beschreiben. Dabei werden wir feststellen, dass sich eine Materieform explizit bilden muss, die Dunkle Materie. Diese bildet sich nur bei einem bestimmten Verhalten der Raumzeit, der Inflation. Da Dunkle Materie erzeugt wird, sieht die Inflation in der DP anders aus als in der Lehrbuchphysik.

6.5.1 Urknall als Startpunkt

Das hatten wir schon. Ein Raumzeitdichte aus 4D wird in unserer Raumzeit abgebildet. Damit wird unserer Raumzeit erzeugt. Die Raumzeitdichte ist komplett homogen. Die Abbildung liegt unterhalb der Dimensionalen Konstante, sonst würde sich ein Schwarzes Loch bilden. Eine Abschätzung für die Größe haben wir schon gemacht. Damit startet die Raumzeit trotzdem mit einer extrem hohen Raumzeitdichte. Dann setzt die Raumzeitexpansion ein. Die QFT benötigt tatsächlich etwas Zeit. Damit startet die Expansion vor der QFT.

6.5.2 Inflation

Am Anfang der Expansion steht in der DP zwingend die Inflation. Es gibt kein zusätzliches Feld, es gibt keine Schwankung, es gibt keinen Symmetriebruch, es gibt kein ... (denke euch irgendeinen Namen aus, den hat es dafür bestimmt schon einmal gegeben). Es gibt trotzdem ein exponentielles Wachstum der Längendefinition. Die Lösung ist sehr einfach. Schauen wir uns die Grafik an.

Abbildung 34 1

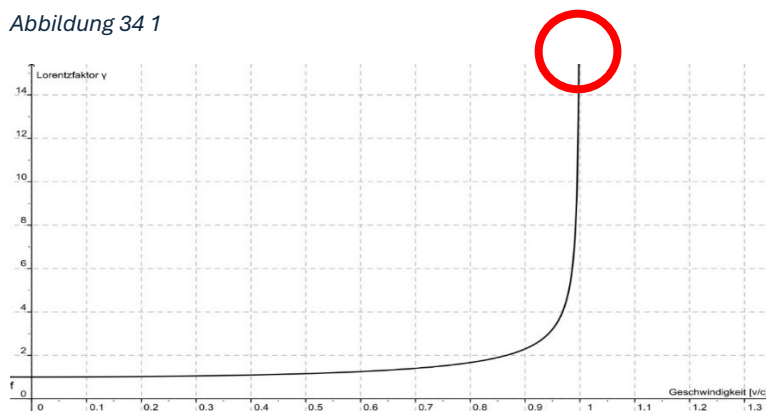


Abbildung 34 zeigt den Lorentz Faktor. Dieser bestimmt die Längenkontraktion und Zeitdilatation als exponentielle Funktion.

Wikipedia: Von Klamann - Eigenes Werk, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6755675>

Das ist die Abbildung der Längenkontraktion und Zeitdilatation (Lorentz Faktor) aus der SRT. Genau darum geht es. Wir müssen nur die Richtung umdrehen. Wir brauchen eine Zeit- und Längenrelaxation. Der Urknall ist der Startpunkt. Das ist der rote Kreis. Irgendwo ganz weit oben. Ob eine 3D Raumzeit mit einer Inflationsphase startet, ist einfach nur von der Menge der Raumzeitdichte abhängig, die von 4D abgebildet wird.

Wir brauchen auch kein weitere „Vakuumbedingung“, damit die Inflation wieder stoppt. Dies passiert hier alles automatisch. Der gesamte Ablauf der Inflation ist in der ART bereits enthalten. Die Inflation an sich ist hier aber ein anderer Prozess als in der Lehrbuchphysik. Entgegen der Lehrbuchphysik benötigen wir die Inflation gar nicht, um bestimmte Probleme zu beheben. Flachheit der Raumzeit, Horizontproblem usw. Diese Probleme haben wir mit der Startbedingung der homogenen Raumzeitdichte gar nicht. Die Inflation ist aber trotzdem da und lässt sich bei einer 3D Raumzeit mit so viel Raumzeitdichte auch nicht vermeiden.

6.5.3 Dunkle Materie

Bei der Inflation geschieht etwas, was ich fälschlicherweise in einer alten Version der DP innerhalb eines Schwarzen Loches gesehen habe. Es entstehen Schwarze Löcher. Nicht irgendwelche, sondern die kleinstmöglichen Schwarzen Löcher. Aber ein Schritt nach dem anderen.

6.5.3.1 Raumzeit ist ein Potentialfeld

Die Raumzeit dehnt sich aus. Damit gibt es für die Raumzeit eine Energieveränderung. Die Raumzeit „dünnert sich aus“. Das ist nach unserer Logik eine geringere Energie. Für die Raumzeit selbst verändert sich nichts. Ein Meter bleibt ein Meter, da sich die Definition verändert. Daraus folgt, dass für die Raumzeit lokal keine Veränderung der Energie erfolgt. Man muss einfach die Energie auf ein größeres Volumen verteilen. Der Inhalt verdünnt sich, die Gesamtmenge verändert sich nicht. Damit folgt aus der DP eine Energieerhaltung für die gesamte Raumzeit mit Expansion. Die Raumzeitdichte verwandelt sich nur.

Ein Elementarteilchen wird auf Grund der QFT die extreme Verdünnung in der Inflationsphase nicht mitmachen. Dann wird die Energie des Teilchens exponentiell ansteigen. Das ist wie bei der Gravitation. Keine Wechselwirkung von außen aber trotzdem eine Veränderung. Bei der Gravitation auf Grund der gegenläufigen Verformung von Raum und Zeit. Damit ohne eine Veränderung der Verhältnisse der Energie. Hier werden aber Raum und Zeit gleichförmig größer. Das Elementarteilchen gewinnt Energie, weil sich die Wertigkeit der Raumzeitdichte des Elementarteilchens zu seiner Umgebung verändert. Das haben wir ein Potentialfeld genannt. Hier direkt für die Energie.

Raumzeit ist ein Potentialfeld für Energie.

6.5.3.2 Mehr Energie bis zum Schwarzen Loch

Damit erhält jedes Elementarteilchen in der Inflationsphase, welches nicht wieder schnell genug zerfällt, einen exponentiellen Zuwachs an Energie. Das geht aber nur bis zur Dimensionalen Konstante. Dann bildet sich ein Schwarzes Loch, mit der exakten Planck-Masse. Damit erhält man das kleinstmögliche Schwarze Loch, das sich in unserer Raumzeit bilden kann. Wenn das exponentielle Wachstum der Längendefinition vorbei ist, kann dies nicht mehr passieren.

Wenn die Raumzeit ein Potentialfeld ist, müssen sich aus den ersten Elementarteilchen in Kombination mit der Inflation zwingend Schwarze Löcher bilden.

6.5.3.3 Dunkle Materie = Schwarze Löcher

Diese kleinsten Schwarzen Löcher haben eine sehr spezielle Eigenschaft. Der Wirkungsquerschnitt ist nahe Null. Über eine kleine Rechnung kommt man sehr schnell darauf, dass ein Schwarzes Loch mit der Planck-Masse einen Schwarzschildradius von 2 Planck-Längen hat. Das ist verdammt klein. Es ist so klein, dass absolut kein Teilchen aus dem Standardmodell am Stück in das Schwarze Loch passt. Wenn so ein Schwarzes Loch etwas fressen will, muss es ein Elementarteilchen schon als Quantum (in einem Stück) reinbekommen.

Das sind Schwarze Loch Leichen. Die können mit Materie nichts anfangen. Damit bleiben diese Schwarze Löcher ab ihrer Entstehung, was sie sind. Diese Schwarzen Löcher weisen damit folgende Eigenschaften auf:

- Sind von Anfang an vorhanden
- Können sich im Laufe der Zeit nicht verändern
- Haben nur eine Wechselwirkung über die Gravitation
- Zeigen absolut keine weitere Signatur als die Gravitation

- Es gibt kein Zerstrahlen oder ähnliches. Auch eine Hawking-Strahlung würde hier nicht funktionieren, da dazu das Schwarze Loch ein Teilchen fressen können muss.
- Selbst wenn zwei dieser Schwarzen Loch sich vereinigen, ist daraus keine Strahlung zu erkennen.
- Die Wirkung nimmt niemals ab. Auch nach einer Vereinigung, ist die gravitative Wirkung nicht geringer geworden.

Damit sind diese Schwarzen Löcher in der DP die Dunkle Materie. Auch hier wieder keine neuen Elementarteilchen oder Felder. Die Entstehung der Dunklen Materie ist im Ablauf zwingend vorgesehen.

Die Dunkle Materie haben als Schwarze Löcher keine QFT-Abbildung mehr. Diese werden durch die Expansion aber nicht vergrößert. Die Gravitation ist ein Widerstand gegen die Expansion. Dieser Widerstand ist bei einer Planck-Masse nicht sehr hoch. Dunkle Materie nimmt aber auch eine sehr kleine Raumregion ein. Dort ist der Effekt der Expansion sehr gering.

6.5.3.4 Schwarze Löcher zu Beginn der Raumzeit

Dieser winzige Wirkungsquerschnitt spielt nur zwischen Schwarzen Löchern keine Rolle. Im frühen Universum ist eine höhere Wahrscheinlichkeit geben, dass sich die Dunkle Materie verklumpt. Zwei Schwarze Löcher vereinigen sich zu einem Schwarzen Loch mit der doppelten Masse. Damit haben wir in der DP die Möglichkeit, dass es schon sehr früh Keime für Schwarze Löcher gibt. Es sollte daher nicht verwundern, wenn ein JWST mehr und größere Schwarze Löcher findet, als es das Standardmodell zulässt. Wir müssen nicht auf Sternbildung und Kollaps warten.

6.5.4 Der Knick im Diagramm

Wie man an dem Diagramm sehen kann, stoppt die Inflation nicht abrupt, sie schwächt sich ab. Nicht linear langsam, sondern immer noch schnell. Das hat aber den Effekt, dass die Elementarteilchen zu dieser Zeit einen größeren Impuls haben als aus dem Standardmodell angenommen wird. Die Verdünnung der Raumzeit zur Raumzeitdichte eines Teilchens kann sich auch im Impuls zeigen. Für ein Schwarzes Loch reicht es nicht mehr, für einen größeren Impuls schon. Der Impuls ist aber der „Gegenspieler“ der Gravitation. In genau die andere Richtung folgt die Aussage, dass ein Impuls aus einer Wechselwirkung in einem frühen Universum nicht mehr so viel Wert ist. Daraus folgt, dass bei der Berechnung, wie verklumpt das Universum durch die Gravitation ist, hier zwei Fehler sind:

- Das Universum darf in Summe nicht so klumpig sein, wie es das Standardmodell voraussagt. Freie Teilchen können von der Gravitation schlechter eingefangen werden.
- Die einzelnen Objekte z.B. ein Schwarzes Loch müssen aber größer sein als vorhergesagt. Innerhalb eines Gravitationsfeldes ist der erste Punkt wesentlich weniger relevant.

Daraus ergibt sich, dass man diese nicht einfach linear zurück rechnen kann. Das ist wesentlich komplizierter.

6.5.4 Die lange Gerade

Die lange Gerade nach dem Knick ist das langweiligste Stück der Entwicklung. Nicht vergessen, das Diagramm bitte von rechts nach links lesen. Hier verläuft alles wie im Lehrbuch beschrieben. Die ca. 14 Milliarden Jahren der Raumzeit liegen fast komplett auf dieser Geraden. Die Inflation und der Knick haben eine enorme Auswirkung, sind aber zeitlich der kleinste Teil. Ab der Geraden kann man die Expansionsrate als fast konstant ansehen.

Mit dem Verlauf müsste die Ausdehnung von Vergangenheit in Richtung Zukunft immer weiter abnehmen. Die Beobachtung zeigen das Gegenteil. Hier ist der Schuldige schnell gefunden. Wenn es nicht die Raumzeit selbst ist, dann ist es die QFT. In der Lehrbuchphysik versucht man das Vakuum durch die Quantenfluktuationen als Treiber der Expansion zu identifizieren. Bei uns macht die QFT genau das Gegenteil. Diese verhindert, dass eine Raumzeitdichte expandieren kann. Das Vakuum ist bei uns auch eine Raumzeitdichte und hat damit Energie. Diese muss auch in der QFT abgebildet werden. Daher ergibt sich die Quantenfluktuation im Vakuum. Da muss sich für eine Paarbildung keine negative Energie ausgeliehen werden. Raumzeit entspricht Energie. Damit ist Energie immer vorhanden.

Die Energie dünnt sich aber aus. Weniger Energie, heißt in Verbindung mit der QFT, weniger „Bremsleistung“ gegen die Expansion. Zum Zeitpunkt, als sich die Hintergrundstrahlung gebildet hat, konnte die QFT die Raumexpansion noch gut ausbremsen. Daher war die Expansionsrate dort geringer. Damit ist die Expansionsrate heute höher. Auf der Geraden ist die Bremsleistung der QFT wichtiger als in den frühen Phasen. Daher die unterschiedlichen Beobachtungen der Expansionsrate.

Was wir nicht haben, eist eine Dunkle Energie. Diese wird in der DP nicht gebraucht.

6.6 Messung der Expansion

Die Expansion wird hauptsächlich über die Rotverschiebung von Photonen gemessen. Das sollte mit unserer Logik nicht möglich sein. Die QFT verhindert eine Expansion der Raumzeitdichte. Ich habe die QFT als Spielverderber bezeichnet. Ich hatte auch schon erwähnt, dass es eine Ausnahme gibt. Die Ausnahme ist das Photon. Würde es diese Ausnahme nicht geben, könnten wir kein expandierendes Universum beobachten.

Das Photon hat keine Ruhemasse und kann damit explizit keine QFT-Abbildung als Schwarzes Loch haben. Ein Photon ist eine extrinsische Ausprägung einer 2D Raumzeit in 3D. In 2D selbst ist keine Ausprägung vorhanden. Wenn wir im Wellenbild des Photons bleiben, dann ist die Wellenlänge in 3D gegeben und nicht in 2D. Damit ergibt sich die höhere Raumzeitdichte in 3D und kann über die QFT nicht festgehalten werden.

Daher ist die Rotverschiebung, als Vergrößerung der Wellenlänge, direkt die Raumzeitexpansion. Diese Rotverschiebung ist kein Effekt von sich auseinander bewegendenden Objekten. Das ist 1 zu 1 die Expansion.

6.7 Kosmologische Konstante

Wir müssen hier dringend auf die Mathematik der ART eingehen. Bis jetzt hatten wir die Feldgleichung in dieser Form benutzt:

$$G_{\mu\nu} = k * T_{\mu\nu}$$

Der Einstein-Tensor zeigt die Raumkrümmung an und der Energie-Impuls-Tensor die Quelle. Der Energie-Impuls-Tensor ist die Sammlung aller verschiedenen Masse-Energie-Äquivalente. Bei der Sammlung der Masse-Energie-Äquivalente fehlt aber ein Teil. Genauer, der größte Teil der Energie im Universum. Die Raumzeit selbst, das Vakuum. Bei einem Vakuum ist der Energie-Impuls-Tensor null. Das entspricht aber nicht unserer Vorstellung. Jeder Raumzeitpunkt ist eine Energie größer Null. Damit müssen wir für das Vakuum eine gleichverteilte Größe in die Gleichung einbauen. Das mathematisch einfachste ist eine Konstante zur Metrik. Tatsächlich ist dies eine der wenigen Veränderungen in der Feldgleichung, welche die Struktur hinter der Feldgleichung nicht zerstört.

Wir müssen zwingend die Feldgleichung mit der Kosmologischen Konstante nehmen. Die Formel sieht dann so aus:

$$G_{\mu\nu} = k * T_{\mu\nu} - \Lambda g_{\mu\nu}$$

Ich schreibe die Kosmologische Konstante auf die Seite des Energie-Impuls-Tensors, da dies ein Energiebeitrag ist. Die Kosmologische Konstante ist einfach ein Skalenfaktor auf die Raumzeitmetrik. Das passt zu unserer Erklärung. Die Raumzeit erfährt eine Längen- und Zeitrelaxation im gleichen Maße. Das ist einfach eine konstante Zahl. Das Vorzeichen muss zum Energie-Impuls-Tensor unterschiedlich sein. Dieser Teil der Energie erzeugt einen „negativen“ Energiebeitrag. Ein größere Raumzeitdichte ist ein Plus und eine kleinere ist dann ein Minus.

6.8 Vergleich zur Lehrbuchphysik

Zur Kosmologie gehören hoch sehr viel mehr Aspekte als in diesem Kapitel aufgezählt. Irgendwo müssen wir uns aber begrenzen. Als letzten Teil zur Kosmologie und auch dem Teil 2 wollen wir die Sichtweise von DP und Lehrbuchphysik vergleichen.

Hier gehen wir nur auf einen Vergleich der Ansicht aus den Friedmanngleichungen zur DP ein. Alles andere würde einen sehr langen Text bedeuten. Wir werden sehen, dass es eigentlich nur sehr geringe Unterschiede sind. Wir müssen die Fragestellung und Annahme hinter der Friedmanngleichung auf den Grund gehen. Dann erhalten wir etwas Ähnliches, wie bei der SRT. Obwohl die Raumzeitdichte nicht kompatibel zur SRT erscheint, bekommen wir die gleichen Ergebnisse.

6.8.1 Homogen und Isotrop = Raumzeitdichte

Der erste Schritt zu den Friedmanngleichungen ist die Annahme, dass das Universum homogen und isotrop ist. Die Beobachtung unserer näheren Umgebung, z.B. der Heimatgalaxie, besagt das Gegenteil. Daher in der Annahme, dass dies für große Skalen im Universum gültig ist. Dies geht so nicht ein. Die Masseverteilung ist laut Energie-Impuls-Tensor vollständig homogen, ohne jede Körnung. Damit erreichen wir zwei Punkte.

- Das Universum entspricht einer Raumzeitdichte. Diese ist bei uns immer homogen und isotrop. Die Startbedingung in der DP und der Lehrbuchphysik sind identisch.
- Der Energie-Impuls-Tensor kommt auf die Signatur $(-c^2\rho, p, p, p)$. Alle anderen Werte sind null.

Diese zwei Punkte haben gleich mehrere Auswirkungen.

Homogen und isotrop geht in die Signatur als 100% homogen und isotrop ein. Das bedeutet, es gibt in diesem Ansatz keine unterscheidbare Masse-Energie-Äquivalente. Das Universum wird als ein einziges großes Masse-Energie-Äquivalent angesehen. Eine „Körnigkeit“ egal wie fein oder grob ist nicht vorgesehen. Damit ist die Massendichte $c^2\rho$ im 00 Element des Energie-Impuls-Tensors ein echtes Kontinuum. Das ist eine sehr gute Beschreibung einer Energiedichte. Volle Übereinstimmung.

Da die Energiedichte im 00-Element keine Schwankung aufweisen kann, kann es aus Sicht der DP keine Gravitation geben. In der Lehrbuchphysik wird die Reaktion auf die Energiedichte auch als Gravitation angesehen. Dann aber eine abstoßende. Wir stufen dies nicht als Gravitation, sondern als Expansion ein. Die Verformungen der Raumzeitkomponenten sind unterschiedlich. Bis auf die Namensgebung herrscht aber auch Einigkeit.

6.8.2 Woher kommt der Druck?

Der große Knack-Punkt ist der Druck p auf den 11, 22 und 33 Elementen. Mal eine einfache Frage dazu. Woher soll dieser Druck kommen? Das Lehrbuch hat da eine einfache Antwort: Die Thermodynamik. Es sind im Universum Teilchen da, die interagieren und das erzeugt einen Druck. Im Prinzip geht man davon aus, dass die Energiedichte einer Massenverteilung wie von Staub entspricht. Die einzelnen Teilchen nehmen dann an der Thermodynamik teil. Die

Masseverteilung verhält sich wie eine Flüssigkeit. Darin gibt es immer einen Druck. Die gesamte Annahme für den Druck beruht darauf, dass Masse in punktförmigen Teilchen vorhanden ist. Anders kennt man es nicht. Diese Teilchen haben einen Impuls und damit erzeugen diese einen Druck. Einen Druck auf was? Masse mit Impuls erzeugt einen Druck auf die Raumzeit? Dann haben wir die Diskussion mit der Kopplung an die Raumzeit wieder am Hals. Wenn wir einzelne Teilchen annehmen, dann müsste dies auch in die Energiedichte so mit aufgenommen werden. Das ist aber ein reines Kontinuum. Der Druck passt nicht zur Energieverteilung.

Das Ganze bedeutet, es werden zwei Annahmen in den Energie-Impuls-Tensor aufgenommen. Eine homogene und isotrope Verteilung der Energiedichte und ein Druck der Teilchen auf sich selbst. Die Körnigkeit für den Druck ist in der Energiedichte nicht enthalten. Der Druck liegt auf den 11, 22 und 33 Elementen. Das ist kein Druck wie ein Impuls in eine bestimmte Richtung. Ich würde dies als eine sich selbst erfüllende Prophezeiung ansehen. Wir stecken einen „skalaren“ Druck rein und erhalten eine „skalare“ Reaktion der Raumzeit darauf.

In der DP ergibt sich dieser Druck auf Grund der Längen- und Zeitrelaxation. Das ist zur Energieverteilung eine „negative“ Energie. Die Vorzeichen von Energiedichte und Druck müssen unterschiedlich sein. Diese sind laut den Verformungen der Raumzeitkomponenten jeweils das Gegenstück zueinander. Die Kosmologische Konstante ist das Verhalten der Metrik. Der Druck ist die passende Energieangabe dazu.

Damit können wir festhalten, dass die DP die Annahmen zu den Friedmangleichungen besser und einfacher ermöglicht, als es die Lehrbuchphysik kann.

6.8.3 Skalenfaktor für Raum oder Raumzeit

Es gibt hier noch einen großen Unterschied zu besprechen. Aus den Friedmangleichen erhält man einen Skalenfaktor für den Raum und nicht für die Raumzeit. In der DP gehen wir aber immer von einer Veränderung der Raumzeit aus. Raum als eigenständiges Objekt gibt es dort gar nicht mehr. Wo liegt hier der Unterschied? Einfache Antwort: Es gibt keinen Unterschied.

Bei der Friedmangleichung verändert sich auch die Zeitkomponente. Da sieht man am besten, wenn der Energie-Impuls-Tensor mit der Signatur in die Gleichung eingesetzt wird. Wir erhalten für die 00 oder besser tt Komponente des Energie-Impuls-Tensors einen Term im Einstein-Tensor. Der sieht so aus:

$$\frac{\dot{R}^2}{R^2} + \frac{k}{R^2} = \frac{8\pi G}{3} \rho$$

Die Zeitkomponente hat eine aktive Wirkung. Das Problem daran ist, wir können die Wirkung auf die Zeit bei der gegebenen Fragenstellung und Annahme eines homogenen und isotropen Universums gar nicht erkennen. Folgendes Bild:

Abbildung 35 1

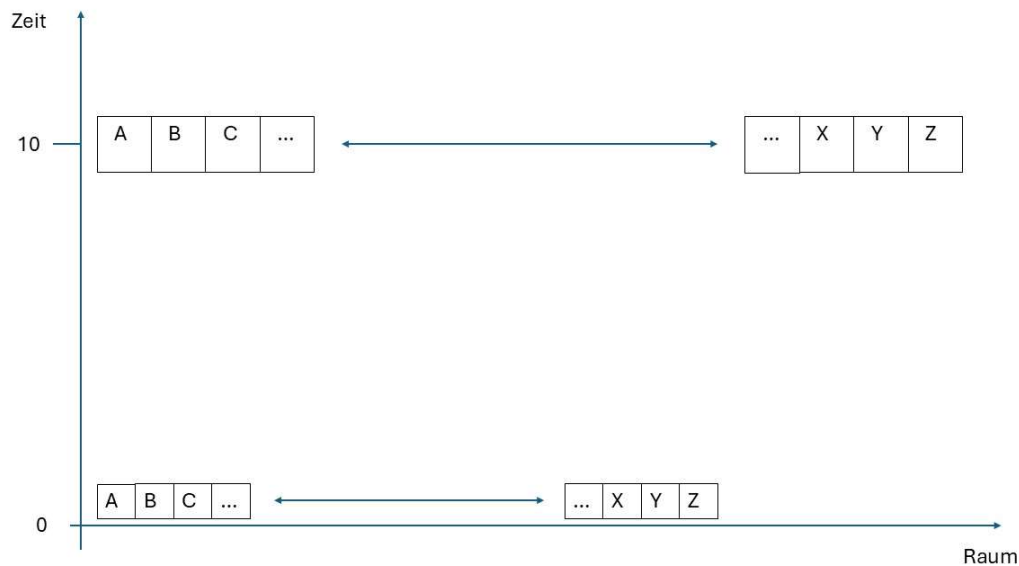


Abbildung 35 zeigt die Entwicklung eines Abstandes mit der Zeit

Wir stehen an Punkt A und machen eine Abstandsmessung zu Punkt Z. Der Rest vom Alphabet liegt als Punkte in der Strecke. Zum Zeitpunkt $t = 0$ haben wir eine festgelegte Strecke R zwischen A und Z. Wir machen eine erneute Messung bei $t = 10$. Als Funktion $R(10)$, da die Strecke von der Zeit abhängen muss.

Jeder Buchstabe auf der Strecke ist nun um x größer geworden. Das trifft jeden Buchstaben gleich, da wir von einem Kontinuum ausgehen. Wenn wir nun die Strecke ermitteln wollen, dann addiert sich die Veränderung über die Strecke auf. Je weiter weg der Buchstabe ist, desto größer wurde die Strecke. Das sehen wir bei der Expansion im Universum.

Auf Grund des Kontinuums wird auch die Zeit bei jedem Buchstaben auf der Strecke schneller. Zeitrelaxation ist ein schnellerer Zeitverlauf. Damit ist der Zeitverlauf in jedem Buchstaben identisch. Es gibt im Zeitverlauf von einem Buchstaben zum nächsten Buchstaben keinen Unterschied. Das entscheidende ist aber, dass wir die neue Strecke bei $R(10)$ im Punkt A abfragen wollen. In dem Zeitparameter 10 ist die Veränderung bereits eingeflossen. Das sind nicht mehr die identischen 10 Sekunden wie bei $t = 0$. Nur feststellen können wir das nicht. Die Zeitdefinition hat sich verändert. 10 Zeiteinheiten sind 10 Zeiteinheiten, für jeden Buchstaben auf der Strecke.

Die Streckenänderung addiert sich in der Zeit auf. Die Zeitveränderung ist in der Fragestellung schon enthalten und addiert sich nicht mit auf. Selbstverständlich wird auch in der Friedmanngleichung immer die Raumzeit angepasst. Nur feststellen können wir es nicht.

6.9 Abschluss Teil 2

Das war eine Menge Arbeit bis hier her. Die Grundidee hinter der DP und wie diese in der Physik anzuwenden ist, sollte nun bereits klar sein. Es sind mit Sicherheit nicht alle Fragen zur DP oder dem Zusammenspiel mit SRT und ART beantwortet worden. Wer hier noch Bedarf hat, benutzt bitte das Kontaktformular auf der Seite.

Es fehlt uns aber noch ein großes Stück, Teil 3 die QFT. Dieser Teil ist zurzeit Februar 2025 noch nicht in einer neuen Version fertiggestellt. Ich arbeite daran. Da die QFT ein ganzes Stück komplizierter ist als die ART wird das auch noch etwas dauern. Die QFT aus einer alten Version will ich nicht bereitstellen, da sich einiges geändert hat, was in der alten Version so nicht mehr

stimmt. Wer von mir informiert werden will, wenn diese bereitgestellt wird, gibt im Kontaktformular den Text „Abo“ ein. Dann erhaltet Ihr eine Mail, wenn ich einen neuen Teil fertig habe. Das wird wohl in 4- 5 Updates erfolgen.

Bis dorthin viel Spaß mit der DP und euren eigenen Gedanken dazu, die Ihr mir hoffentlich mitteilt.

Christian Kosmak, Würzburg Februar2025

www.dimensionale-physik.de