

Lösung des Horizontproblems

Philipp Schöneberg*

*Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Str. 40, 21680 Stade
philipp.schoeneberg@athenetz.de

Kurzfassung

In meinem Projekt stelle ich eine Lösung des seit 1970 bekannten Horizontproblems vor, welches die Frage aufwirft, wie die Lichtwellen seit dem Zeitpunkt des Urknalls den Horizont des expandierenden Universums thermalisieren konnten. Mein Lösungsweg besteht aus Berechnungen, Diagrammen, sowie einem eigens entwickelten Zeitverlauf. Diese habe ich bereits in dem Beitrag „Solution of a Density Problem in the Early Universe“ in der Zeitschrift PhyDid B pp. 43 – 46 (Frühjahrstagung 2020) vorgestellt. In diesem Zeitverlauf nutze ich dimensionale Übergänge, welche im direkten Zusammenhang zur Größe des Universums und der somit von den Lichtwellen zu überwindenden Distanz stehen. Dadurch kann ich darstellen, wie durch die anfänglich großen Dimensionen, die Distanzen gering waren und die Lichtwellen früh den Horizont thermalisieren konnten.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Methodik und Berechnungen
3. Getestete Zeitverläufe
4. Literatur

1. Einleitung

Seit dem Jahr 1970 besteht das Horizontproblem, welches die Frage, wie die Lichtwellen seit dem Zeitpunkt des Urknalls den Horizont des sichtbaren Universums thermalisieren konnten, beschreibt.

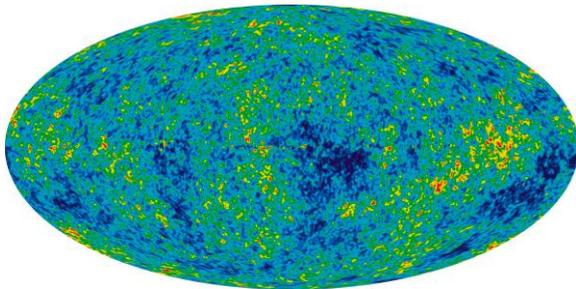


Abb.1: Mikrowellenstrahlungshintergrund (Nasa, 14.04.2014)

In dieser Abbildung (Abb.1) kann man den Mikrowellenstrahlungshintergrund aus den Jahren 2001-2010 des Lichthorizontes sehen. Die Nasa gibt an, dass diese Messungen maximal Temperaturschwankungen von um die 200 Mikrokkelvin zeigen. Damit bestätigt diese Aufnahme die für das Horizontproblem nötige Tatsache, dass der gesamte Lichthorizont und daraus erkennbar auch das gesamte Universum thermalisiert sind. Ich werde in diesem Beitrag verschiedene Zeitverläufe vorstellen und aufweisen, ob es damit möglich ist das Horizontproblem zu lösen.

2. Methodik und Berechnungen

2.1. Methodik

Um zu prüfen, ob ein Zeitverlauf das Horizontproblem erklären kann, muss ich zu Beginn die vom Licht zurückgelegten Distanz (Lichtstrecke) errechnen. Danach kann ich diese mit dem Lichthorizontradius der jeweiligen Zeitverläufe, vergleichen.

2.2. Definition und Voraussetzungen

Um mit den Berechnungen starten zu können benötige ich einige bereits bekannte Werte, wie die folgenden Konstanten (Abb.2).

Konstanten

r_{LH}	4,14E+26
cc	3,00E+08
L_P	1,62E-35
t_P	5,39E-44

Abb.2: Alle verwendeten Konstanten. r_{LH} ist der derzeitige Lichthorizont, cc die Lichtgeschwindigkeit, L_P die Plancklänge und t_P die Planckzeit.

Die Plancklänge habe ich genutzt, um zusammen mit der Lichtgeschwindigkeit die Planckzeit zu berechnen. Dazu habe ich einfach die Plancklänge durch die Lichtgeschwindigkeit geteilt (Gleichungen {1-3}).

$$t_P = \frac{L_P}{cc} \quad \{1\}$$

$$t_P = \frac{1,616E-35}{300000000} \quad \{2\}$$

$$5,39E-44 = \frac{1,616E-35}{300000000} \quad \{3\}$$

Weitere Voraussetzungen für meine Berechnungen sind Zeitwerte (Carmesin, 2019 und Sawitzki mit

Carmesin, 2021) und dazu in Verbindung stehende Lichthorizonradien (Carmesin, 2019 und Sawitzki mit Carmesin, 2021). Auch sind die betrachteten Dimensionen (Schöneberg mit Carmesin, 2020) ein wichtiger Aspekt, da einige Zeitverläufe mehrere Dimensionen betrachten, was deutliche Einflüsse auf die Lichtstrecke haben kann. Um meine Ergebnisse leichter vorstellbar sowie besser darstellen zu können habe ich die Planckzeit dazu genutzt, die Zeitangaben in Sekunden umzurechnen. Hierzu habe ich die bereits vorhandenen Werte, welche in der Einheit der Planckzeit waren einfach mit der Planckzeit multipliziert. In der folgenden Beispielberechnung (Gleichungen {4-6}) kann man dies gut sehen.

$$\text{Wert in } s = \text{Wert in } t_p \times t_p \quad \{4\}$$

$$\text{Wert in } s = 8,07518E + 60 \times 5,39E - 44 \quad \{5\}$$

$$4,35E + 17 = 8,07518E + 60 \times 5,39E - 44 \quad \{6\}$$

2.3. Berechnungen

Um nun die Lichtstrecke zu ermitteln multipliziere ich zuerst die Lichtgeschwindigkeit mit der Differenz zweier Zeiten, so erhalte ich die Lichtstrecke innerhalb eines gewissen Zeitabschnittes. Aufgrund der Tatsache, dass das Universum jedoch seit Beginn an expandiert (Hubble, 1929), ist es außerdem nötig, dass ich diese Expansion auf die vom Licht aktiv zurückgelegte, berechnete Distanz anwende und somit eine neue sinnvollere Distanz berechne. So erhalte ich dann die Lichtstrecke nach der Expansion ihrer Länge innerhalb eines Zeitabschnittes. Da das Licht sich allerdings nicht nur während dieses Zeitabschnittes bewegt hat, sondern bereits seit dem Urknall Strecke zurücklegte addiere ich nun die einzelnen Strecken der zeitlich aneinander gegliederten Zeitabschnitte. Dies mache ich mit allen Abschnitten seit Entstehung des Universums bis zum Zeitabschnitt der rotverschobenen (Einstein, 1915) Aufnahme des Mikrowellenstrahlungshintergrunds (Abb.3).

t in s
4,35E+17
1,35E+13

Abb.3: Angaben zu den spätesten Zeitabschnittswerten in Sekunden. Angabe in Lila ist der Zeitabschnitt in der die Aufnahme gemacht wurde. Angabe in dunkelrot ist der Zeitabschnitt in der die Aufnahme nach der Rotverschiebung stattfand.

Nach Addition der einzelnen Strecken erhalte ich nun die zu jedem Zeitpunkt endgültige Lichtstrecke. Wenn ich diese dann berechnet habe vergleiche ich es mit dem bereits bekannten Lichthorizonradius (Abb.4).

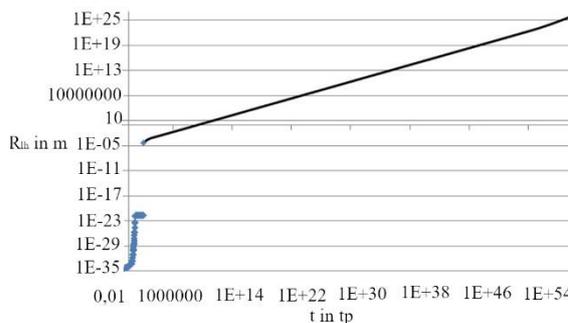


Abb.4: Diagramm zur Größe des Lichthorizonradius abhängig von der Zeit nach Zeitverlauf 1 und 2 (Carmesin, 2019). Die x-Achse beschreibt die Zeit in Planckzeiten und die y-Achse den dazugehörigen Radius des Lichthorizonts in Metern.

Dieses Diagramm des Lichthorizonradius setzt sich aus verschiedenen Berechnungen und Zeitverläufen zusammen. So ist der schwarze Graph aus Abbildung 4 (Abb.5) eine Herleitung aus der allgemeinen Relativitätstheorie (Heeren mit Sawitzki und Carmesin, 2020).

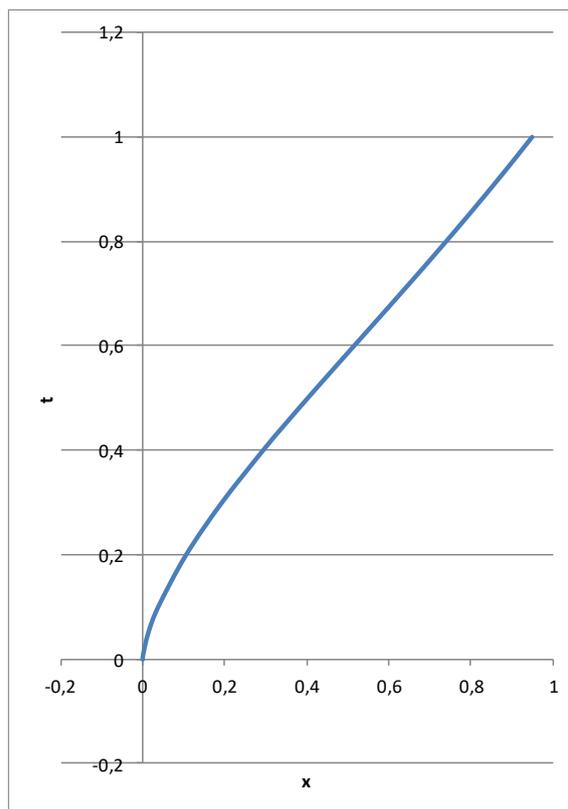


Abb.5: Schwarzer Graph aus Abbildung 4 auf einer logarithmischen Skala. Das x auf der x-Achse stellt die Größe des Lichthorizonts da und das t auf der y-Achse die zeitliche Einordnung.

Der blaue Graph in Abbildung 4 ist eine Zusammensetzung aus berechneten zeitlichen sowie räumlichen Werten (Abb.6) (Carmesin 2019).

t in s	r_LH in m
4,35E+17	4,14E+26
1,35E+13	4,14E+23
2,38E+07	4,14E+20
2,38E+01	4,14E+17
2,38E-05	4,14E+14
2,38E-11	4,14E+11
2,38E-17	414208625,8
2,38E-23	414208,6258
2,38E-29	414,2086258
2,38E-35	0,414208626
3,22E-41	2,68E-05

Abb.6: Tabellenausschnitt der Werte für die x- und y-Achse des blauen Graphen in Abbildung 4. Die linke Spalte zeigt Zeitwerte in Sekunden und die rechte die Längenwerte in Metern.

Außerdem enthält der blaue Graph aus Abbildung 4 durch Dimensionsübergänge bedingte, großen Streckenveränderungen (Abb.7) (Schöneberg mit Carmesin, 2020).

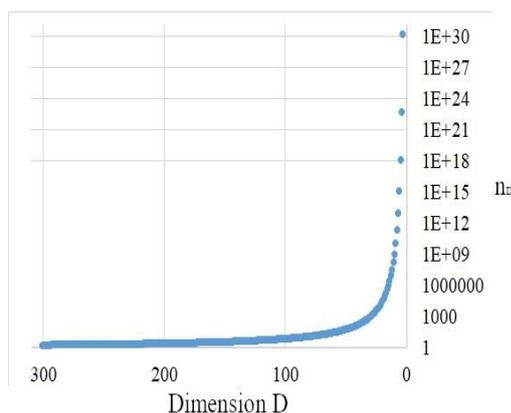


Abb.7: Graph zu den Dimensionsübergängen und damit in Verbindung stehenden Streckenveränderung des blauen Graphen in Abbildung 4. Die Dimension D auf der x-Achse gibt die Dimensionen und somit zeitliche Einordnung an und das n_D auf der y-Achse stellt die Längen dar.

Bei dem eben genannten Vergleich von Lichtstrecke und Lichthorizontradius ist es nötig herauszufinden, ob zu irgendeinem Zeitpunkt die Lichtstrecke größer ist als der Lichthorizontradius. Sollte dies der Fall sein, wäre bewiesen das der jeweilige Zeitverlauf das Horizontproblem lösen kann, da das Licht den expandierenden Horizont einholte.

3. Getestete Zeitverläufe

3.1. Zeitverlauf 1

Der erste Zeitverlauf wird von der allgemeinen Relativitätstheorie (ART) (Einstein, 1915) beschrieben (Abb.5). Diese beschreibt einen Verlauf im dreidimensionalen Raum, welcher jedoch ab

einem gewissen Zeitpunkt (unteres Ende des schwarzen Graphen in Abb.4) durch die maximale Dichte, der halben Planckdichte, begrenzt ist und so einen geringeren Gültigkeitsbereich hat. In diesem kann die minimalste beobachtbare Länge, die Plancklänge (unteres Ende des blauen Graphen in Abb.4), nie erreicht werden (Heeren mit Sawitzki und Carmesin, 2020). Nachdem ich die, von der ART beschriebene, expandierte Lichtstrecke berechnet habe wird klar, dass dieser Zeitverlauf das Horizontproblem nicht lösen kann. Das resultiert daraus, dass die Lichtstrecke nie größer als der Lichthorizontradius ist (Abb.8).

D	t in s	r_LH in m	d_H_expandiert_addiert_D3
3	4,35E+17	4,14E+26	1,34E+23
3	1,35E+13	4,14E+23	4,07E+21
3	2,38E+07	4,14E+20	7,13E+18
3	2,38E+01	4,14E+17	7,14E+15
3	2,38E-05	4,14E+14	7,14E+12
3	2,38E-11	4,14E+11	7,14E+09
3	2,38E-17	414208625,8	7,14E+06
3	2,38E-23	414208,6258	7,14E+03
3	2,38E-29	414,2086258	7,14E+00
3	2,38E-35	0,414208626	7,13E-03
3	3,22E-41	2,68E-05	1,39E-06

Abb.8: Tabellenausschnitt zum Zeitverlauf zwei. Die erste Spalte gibt die Dimensionen, die zweite die Zeit in Sekunden, die dritte den Lichthorizontradius in Metern und die vierte die expandierte Lichtstrecke addiert mit den vorherigen in Metern an.

3.2. Zeitverlauf 2

Dieser Zeitverlauf beschreibt die Entwicklung des Lichthorizontradius ebenfalls mit Hilfe der ART, wobei der Radius des Lichthorizonts auf einer Näherung von 2 Teilchen basiert (Carmesin 2019). Zudem bedient dieser Verlauf sich zusätzlich der Anwendung mehrerer Dimensionen ausgehend von der Dimension 301 bis hin zur 3. (beide Graphen in Abb.4). Wichtig hierbei ist, dass die Dimensionsübergänge immer bei einer jeweiligen sogenannten kritischen Dichte stattfinden und somit das Problem der Begrenzung durch die Planckdichte überwinden können. Außerdem werden bei Dimensionsübergängen in diesem Zeitverlauf alle Strecken stark verändert (Abb.7). Begonnen habe ich auch die Berechnungen zu diesem Zeitverlauf mit der expandierten Lichtstrecke. Nachdem ich diese berechnet habe wurde deutlich, dass dieser Verlauf das Horizontproblem lösen kann. Das kann man in der folgenden Tabelle (Abb.9) gut erkennen, da die Lichtstrecke dort bereits in der untersten und somit frühesten Spalte deutlich größer als der Lichthorizontradius ist.

D	t in s	r_LH in m	d_H_expandiert_addiert
3	4,35E+17	4,14E+26	1,03E+26
3	1,35E+13	4,14E+23	1,03E+26
3	2,38E+07	4,14E+20	1,03E+26
3	2,38E+01	4,14E+17	1,03E+26
3	2,38E-05	4,14E+14	1,03E+26
Sprung innerhalb der Tabelle			
297	4,82886E-43	1,71E-35	3,53E+24
298	3,85782E-43	1,70E-35	2,82E+24
299	2,89202E-43	1,70E-35	2,12E+24
300	1,90916E-43	1,69E-35	1,40E+24
301	9,30584E-44	1,69E-35	6,84E+23

Abb.9: Tabellenausschnitt zum Zeitverlauf zwei. Die erste Spalte gibt die Dimensionen, die zweite die Zeit in Sekunden, die dritte den Lichthorizontradius in Metern und die vierte die expandierte Lichtstrecke addiert mit den vorherigen in Metern an.

4. Ergebnisse

Nach der Überprüfung dieser beiden Zeitverläufe wurde klar, dass der Zeitverlauf 1 nach der allgemeinen Relativitätstheorie allein das Horizontproblem nicht lösen konnte. Der Zeitverlauf 2 hingegen, welcher durch die ART erweitert mit dimensionalen Übergängen beschrieben wurde, konnte das Horizontproblem lösen. Diese Tatsache stellt eindeutig klar, dass es an der Erweiterung durch die dimensionalen Übergänge liegt. Da diese Dimensionsübergänge aus der Quantengravitation schlussfolgert, dass die Einschränkung der ART auf die klassische Gravitation im Makrokosmos die Ursache fürs Nichtlösen des Problems ist. Auch vermute ich daher, dass andere Zeitverläufe, welche Quantengravitationselemente nutzen das Horizontproblem wahrscheinlich lösen können.

5. Ergebnisdiskussion

Wichtig bei der Genauigkeit meiner Ergebnisse ist, dass die genutzten Werte auf einer Näherung von zwei Teilchen basieren. Daher ist die Verfeinerung meiner Ergebnisse unabdingbar und ich möchte als Ausblick meines Projektes die Überprüfung weiterer Zeitverläufe nennen. So möchte ich Zeitverläufe untersuchen, welche beispielsweise auf einer Näherung mit einem Bosegas, also unendlich vielen Photonen basieren. Auch möchte ich Werte nutzen, die auf einer Näherung durch ein Fermigas basieren. Dass diese Näherungen möglich sind wird daran klar, dass sie bereits berechnet wurden (Carmesin, 2020 und Sawitzki mit Carmesin, 2021). Allerdings habe ich diese noch nicht untersucht, da die Auswertung noch nicht genügend stattfand, daran wird jedoch bereits gearbeitet (Carmesin, 2021 und Sawitzki mit Carmesin, 2021)

6. Zusammenfassung

Zusammengefasst habe ich also eine Methode entwickelt und verfeinert. Mit Hilfe dieser habe ich dann mehrere Zeitverläufe getestet und so überprüft,

ob sie das Horizontproblem lösen können. Herausgefunden habe ich dabei, dass der Zeitverlauf 1 das Horizontproblem nicht lösen kann, der Zeitverlauf 2 jedoch schon. Daraus habe ich dann geschlussfolgert, dass die Quantengravitation das Horizontproblem löst. Weil ich das festgestellt habe und meine Ergebnisse noch verbessern will, habe ich dann beschlossen weiteren Zeitverläufe, mit genaueren Näherungen und Quantengravitationselementen, zu überprüfen.

7. Quellen- und Literaturverzeichnis

- Carmesin, Hans-Otto (2019): Die Grundschringungen des Universums-The Cosmic Unification-With 8 fundamental Solutions based on G, c
- Carmesin, Hans-Otto (2020): The Universe Developing from Zero-Point Energy
- Carmesin, Hans-Otto (2021): Quanta of Space Explain Observations, Gravitons, Nonlocality and Dark Energy. In preperation
- Einstein, Albert (1915): Die Feldgleichungen der Gravitation. In: *Sitzungsberichte der Preuss. Akademie der Wissenschaften* (1915), S.844-847
- Heeren, Laurie; Sawitzki, Paul; Carmesin, Hans-Otto (2020) Comprehensive Derivation of a Density Limit of the Evolution of Space. *PhyDid B*, pp. = 39-42.
- Hubble, Edwin (1929): A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae. In: *Proc. of National Acad. of Sciences* 15 (1929), S. 168 – 173
- Nasa (14.04.2014): Nasa media resources CMB Images: URL: <https://map.gsfc.nasa.gov/media/121238/index.html> (Stand 15.01.2021)
- Sawitzki, Paul; Carmesin, Hans-Otto (2021) Modeling the early universe using dimensional transitions in interacting Bose gases. *Phy Did B*, in preperation
- Schöneberg, Philipp; Carmesin, Hans-Otto (2020) Solution of a Density Problem in the Early Universe. *PhyDid B*, pp. = 43-46.
- #### 8. Unterstützerleistungen
- Dr. Hans-Otto Carmesin, Lehrer, Athenaeum Stade, hat mich bei der Themenwahl sowie beim Projekt unterstützt. Außerdem hat er mir einen Ort zum Arbeiten und Austausch mit anderen Teilnehmern der Jugend forscht AG sowie des Quantengravitationskurses ermöglicht. Auch hat er mir die nötigen Materialien zur Verfügung gestellt und nötige Rechenverfahren erklärt.
- Inga von Bagen, Begabungspädagogin und Lerntherapeutin, hat meine schriftliche Arbeit Korrektur gelesen.
- Yvonne Schöneberg, Rechtsanwaltsfachangestellte, hat meine schriftliche Arbeit Korrektur gelesen.