

13. Kosmische Hintergrundstrahlung und Neutronen

Einer der wichtigsten und überzeugendsten Beweise, der für einen Urknall als Beginn unseres Universums spricht, gilt die Entdeckung der kosmischen Hintergrundstrahlung. Eine Strahlung, die gleichmäßig aus allen Richtungen, mit gleicher Intensitätsverteilung gemessen wird und die anscheinend unser gesamtes Universum erfüllt. Ganz gleich in welche Richtung man sieht, der Raum ist durchzogen von einer Strahlung, die nicht nur isotrop aus allen Richtungen gleichermaßen zu kommen scheint, sondern die darüber hinaus sich auch perfekt in das Spektrum eines schwarzen Körpers einfügen lässt, dessen maximale Strahlungsleistung bei einer Wellenlänge von $\lambda = 0,102\text{cm}$ liegt. Nach dem Wienschen Verschiebungsgesetz lässt sich daraus eine Temperatur von $2,725 \pm 0,002\text{Kelvin}$ berechnen. Das Vakuum ist also nicht 0 K kalt, sondern es enthält eine Restwärme in Form von Strahlung, die noch aus der Zeit vergleichsweise kurz nach dem Urknall übrig ist. 412 Quanten finden sich in jedem Kubikzentimeter und dass, so vermutet man, überall im Universum. Mikrowellen, die von der anfänglichen Strahlungsmenge, kurz bevor das Universum durchsichtig wurde, noch vorhanden sind. Laut Theorie kühlten nach dem Urknall und der Inflation, die aus reiner Energie entstandenen Teilchen mehr und mehr ab, weil der Raum zwischen ihnen immer größer wurde. Die einmalig auf kleinsten Raum entstandene Energiemenge, die Energiedichte, nahm ab, aber nicht weil Energie in einen noch leeren Raum wie bei einer Explosion strömte, nein nach der Theorie entstand erst Raum und dann dehnte sich dieser Raum und dadurch verringerte sich ganz allgemein die Dichte der Energie. Während der Inflation um viele Größenordnungen und anschließend kontinuierlich nach den bekannten physikalischen Gesetzen. Der Raum, genauer eine expandierende Raumzeit, scheint heute euklidisch und exakt flach zu sein. Weder krümmt sie sich zu stark, was eine Strukturbildung verhindern würde, noch dehnt sie sich zu schnell, was zu viele und zu kleine Strukturen bewirken würde. Um einen Zustand zu erhalten, bei dem Strukturen wie Galaxien, Sterne und Planeten bis hin zum Menschen entstehen können, müssten die Anfangsbedingungen auf $1:10^{57}$ Stellen exakt gewesen sein. Oder man postuliert zusätzlich eine Inflation, die das Universum in winzigen Bruchteilen einer Sekunde, um enorm viele Größenordnungen exponentiell aufblähte und dadurch den Krümmungsfaktor in den Friedman-Gleichungen unterdrückt. Jeder Anfangszustand führt dann über die Inflation immer genau

zu einer Krümmung von $k = 0$, also einem exakt flachen Universum. Durch die Entdeckung des Higgsteilchens, das als Boson eines skalaren Energiefelds gedeutet wird, bietet es sich nun an, dieses abstoßende skalare Feld als treibende Kraft für die Inflation anzunehmen. Sie entspräche dann jener Einsteinschen Konstante oder einer dunklen Energie, die das Universum antreibt, es auseinanderstreben lässt. Dieses Energiefeld hätte allerdings bei der Inflation um den Faktor 10^{120} -mal größer sein müssen, als sein heutiger Wert.

Nach den Theorien soll sich der Raum zusammen mit der Zeit selber dehnen und nicht die Teilchen in einen leeren Raum hinein. Hier fragt man sich jedoch, wie sich Raum erst nur dehnen kann und dann benutzbar wird. Entweder dehnt sich der Raum mit allen elementaren Strukturen, dann merken die Teilchen in ihm den Unterschied gar nicht, sondern nur ein Außenstehender, oder Raum bildet sich ganz neu, entsteht erst. Dann hat er sich aber nicht gedehnt, sondern ist entstanden und ein Photon in ihm müsste zwar einen längeren Weg zurückzulegen, hätte aber immer noch seine gleiche Farbe, es wäre nicht rotverschoben. Das Argument ist, dass sich die Raumdehnung nur auf wirklich großen Entfernungen bemerkbar macht. Also in Bereichen zwischen Galaxien, Galaxienhaufen und den Leerräumen, den großen Voids dazwischen. Im Mikrobereich werden die Verbindungen durch elektrische Wechselwirkungskräfte und durch gequantelte Wirkungen bestimmt, hier spielt die Dehnung des Raums keine Rolle. Und doch bleibt da ein Unbehagen. Warum sollten die Gleichungen zum Raum und der Zeit der Relativitätstheorie im Mikrobereich nicht gelten? Schließlich werden sie auch bei extremen Massenansammlungen, wie bei schwarzen Löchern bedenkenlos verwendet, obwohl hier Materie zu dicht, Raum zu klein und Zeit zu stark verändert vergehen. Hier dürften auch nur noch die Gesetze der Quantenmechanik gelten. Das Gleiche gilt für den Urknall, bei dem sich Raum und Zeit zeitweilig sogar inflationär vergrößern, in einer Überausdehnung quasi explodieren. Auch hier sind die Entfernungen der Teilchen und Photonen oder ist die Energiedicht so aller vertrauten Größen widersprechend hoch, das dann die Dehnung der Raumzeit oder einer dehnungsbestimmenden Skalengröße, sich genauso nicht auswirken dürfte. In diesen Anfangsbedingungen müsste dann das Universum nur von quantenmechanischen Parametern bestimmt sein, die Relativitätstheorie käme dann erst wesentlich später zum Tragen.

Da wir eindeutig eine Rotverschiebung der Linienspektren beobachten und eine isotrope Mikrowellenstrahlung messen, die genau zu einer Schwarzkörperstrahlung passt, gehen wir davon aus, dass Lichtteilchen der Hintergrundstrahlung die wir heute empfangen, ursprünglich bei einer viel höheren Temperatur erzeugt wurden. Das Licht der Hintergrundstrahlung ist keine diskrete Strahlung, sondern wurde von geladenen Teilchen erzeugt, die permanent einer Bremsstrahlung durch Stöße ausgesetzt waren. Das Plasma war ursprünglich viel heißer als 3000 K und noch strahlungsdominiert. Es wurden unentwegt Quanten erzeugt und wieder vernichtet, so dass es wesentlich mehr Photonen als Teilchen gab. Das kleine Universum war so heiß und dicht mit Teilchen und Photonen erfüllt, dass es noch unsichtbar war. Erst als bei etwa 3000 K die Elektronen kälter und damit langsam genug waren, um sich mit einem Proton zusammenzuschließen, erzeugten die so entstandenen neutralen Atome nun viel seltener Photonen und das Universum wurde langsam durchsichtig.

Um den Raum selber dehnen zu können, braucht man Energie. In diesem Fall Energie die sich abstoßend auf die großen Massensysteme auswirkt. Der Energieinhalt eines Universums von vor 380.000 Jahren nach dem Urknall und einem Universum 1089 mal größer, entspricht der Energiemenge, die man braucht, um die Massen darin gegen die gravitative Anziehung voneinander zu entfernen. Sie ist vom Betrag her größer als alle bekannte baryonische Materie und weitaus größer als die spekulative dunkle Materie. Was diese Energie antreibt, woher sie kommt, ist völlig rätselhaft.

Hätten wir es mit einer Urkraft zu tun, die im Universum, wie bei einer Explosion einmalig frei wird und es auseinanderreißt, dann würden sich je nach Energiemenge die Massen erst ausdehnen und entfernen, um dann durch die Gravitation wieder abgebremst, irgendwann wieder zusammenzufallen. Auch in dem Urknallmodell, auf das die Friedmann Gleichungen angewandt werden, streben die Massen auseinander, allerdings nun nicht wie bei einer Explosion von einem Zentrum ausgehend, sondern der Raum, die Raumzeit oder eine allgemeine Skalengröße zwischen den Massen dehnt sich wie eine gespannte Feder und treibt dabei die Galaxien vor sich her. Auch hier wurde im Urknall einmalig Energie freigesetzt. Diese Energie, die sich in einer Raumdehnung zeigt, verbraucht sich dann mit zunehmender Größe des Raums. Genauso würde die Gravitation, wenn die Massen dazu ausreichend groß genug sind, irgendwann überhand bekommen und den Prozess wieder umkehren.

Ein statisches Universum wäre so nicht denkbar aber auch nicht ein Universum, das sich immer schneller ausdehnt. Nach Einsteins Gleichungen ließe sich ein statisches oder ein beschleunigtes Universum nur mit einer zusätzlichen Konstanten oder einem skalaren Energiefeld, zum Beispiel dem Higgsfeld, in Einklang bringen. Diese Konstante oder dieses Feld hätte dann etwas von einer Energiedichte, die abstoßend ist. Nach der Urknalltheorie können wir beim Blick ins Universum nur zurück in unsere Vergangenheit sehen, doch zeigt sich, dass sich ein Modell, das die dunkle Energie mit berücksichtigt, sich nicht linear vergrößert, sondern sich auch in der Vergangenheit auf einer Kurve bewegte, bei der die Raumdehnung beschleunigt ablief. Dann erhalten wir ein Modell, zu dem die Idee der dunklen Materie und der dunklen Energie, in einem euklidisch flachen Universum passt. In dem nicht nur die Beobachtungen mit dem Modell überwiegend übereinstimmen, sondern in dem man sich auch auf die Feldgleichungen Einsteins stützen kann. Doch bedarf es, wie erwähnt, entweder einer Feinabstimmung der Anfangsparameter die mit einer Genauigkeit von 10^{57} Stellen stimmen müssen oder einer Inflation, die das Universum mindestens um den Faktor 10^{26} ausdehnt. Dafür ist ein eigenes, Massen abstoßendes Energiefeld nötig, wie es die kosmologische Konstante nahelegt. Doch ist der heutige Wert der kosmologischen Konstanten um 120 Größenordnungen zu klein.

Wie sieht der Aufbau des Universums in unserer Vorstellung aus? Die Hintergrundstrahlung ist bestens dokumentiert, also muss sie, als die entscheidende beobachtbare Größe, in jedem Universumsmodell erklärbar vorkommen. Wir haben postuliert, dass Teilchen in unserem Model nicht heiß aus Strahlung entstehen, die mit fallender Temperatur auskondensieren, sondern sie trennen sich von der Unendlichkeit direkt am Rand und da zunächst ruhend. Sie bringen die in ihnen gespeicherte Energie dabei selber mit. Erst mit dem sich entfernenden Rand und den zugehörigen Gegenteilchen, nimmt zunächst die Zahl der möglichen Zustände für die ruhenden zurückbleibenden Teilchen zu. Dann besetzen die Teilchen aus sich heraus die wachsenden Möglichkeiten. Sie nehmen also über einen langen Zeitraum, sehr langsam Bewegung auf, bis sich zwei Teilchen nahe genug kommen, um sich zu berühren. Dabei stellen sie einen ersten Kontakt her. Schlagartig spüren sie eine starke, fremde, abstoßende elektrische Kraft, die die noch fast trägheitslosen Partikel mit annähernder Lichtgeschwindigkeit voneinander fortreiben. Nun treffen sie im Weiteren viel schneller auf immer mehr ruhende Teilchen, die alle mit zunächst hoher Geschwindigkeit in Bewegung gesetzt werden. Die Vernetzung

steigt Stück für Stück und die Teilchen werden träger und langsamer. So eine anfängliche Bewegung mit beinahe Lichtgeschwindigkeit, kann zunächst nicht mit unserer Form von kinetischen Energie gleichgesetzt werden. Ein Teilchen, das nicht vernetzt und noch fast trägheitslos ist, hat nicht die gleiche Wirkung, wie ein Teilchen mit einer großen trägen Masse, oder hoher Prozesszeitdichte. Kinetische Energie setzt sich zusammen aus Geschwindigkeit und eben einer trägen Masse. Es ist die Energie eines trägen bewegten Teilchens. Abgesehen davon springen Teilchen, in unserem Bild, immer gequantelt und aus der Sicht des Partikels unmittelbar. Wir ordnen ihm, aus unserem Blickwinkel, ein Bewegungsmuster zu, das aus der Vernetzung und unserem Zeitverständnis heraus eine Bewegung entstehen lässt. Für uns muss ein Raum durchschritten werden. Gibt es diese Vernetzung so gut wie noch nicht, dann haben diese Bewegungssprünge auch noch keine Bedeutung, keine Auswirkung für unsere Welt.

Argumentieren wir also weiter, dass wenn die Trägheit und damit die Verbindung zu anderen Teilchen mit der Zeit erst anwachsen, die Materie auch erst langsam weltliche Energie oder Energie für das Ganze, für unsere physikalische Welt gewinnt. Dabei soll nicht zusätzliche Energie aus dem Nichts entstehen, deshalb muss das Teilchen die Energie aus seiner Masse gemäß $E = m_0 c^2$ beziehen. Weiter haben wir festgelegt, dass sich die Ebenen mit jedem Kontakt um ein kleines δ -Stück entfernen. Sie entfernen sich voneinander und verlieren jedes Mal eine winzige Menge Energie. Gespeicherte potentielle Energie der Ebenen in Bezug zueinander. Ihre anfänglich, grenzwertig hohe, unvernetzte Geschwindigkeit nimmt ab, gleichzeitig verringert sich mit jedem Kontakt ihr Aufenthaltsort. Diese Aufenthaltswahrscheinlichkeit ist die eigentliche für uns wichtige, physikalisch bedeutsame Größe. Sie gibt an, wie alt ein Teilchen ist oder wie stark verwurzelt mit dem Rest der Welt. Ist die Ortsunschärfe klein, dann haben wir es mit alter Materie zu tun. Die Energie steckt dabei stark beim System im Ganzen und etwas weniger im Teilchen, es wird minimal leichter. Die Zeit verbraucht also Teilchenenergie, was sich in einer kleineren Ortsunschärfe ausdrückt. Ursprünglich bewegt sich das Teilchen zwar mit c , doch ist diese Bewegung eher von mathematisch statistischer Form. Die eigentliche für uns mit der kinetischen Energie verbundene träge bewegte Masse, ist anfangs fast null und gewinnt erst Energie, die sich dann in ihrer Wirkung auf die Welt zeigt.

Unsere ersten Teilchen sind Neutronen. Das Proton ist zunächst noch zwischen den Ebenen des Elektrons gefangen. Wir haben somit im Neutron zwei Teilchenebenen, die auch unabhängig voneinander existieren können. Zwei Ebenen lassen sich nicht trennen, aber zwei unabhängige Ebenenpaare mit unterschiedlichem Ebenenabstand schon. Für beide nimmt über äußere Stöße die Prozesszeit gleich zu, doch wirkt sich eine zunehmend fließende Zeit nicht gleich auf beide Teilchen aus. Das Proton gewinnt mehr träge Energie als das Elektron, bewegt sich aber langsamer dabei. Das innere Teilchen mit dem kleineren Ebenenabstand hat mehr von dem, was wir uns unter einer physikalischen Masse vorstellen. Nehmen wir also an, dass die gleichen Prozesse die dazu führen, dass ein freies Neutron bei uns über den β^- Zerfall, nach knapp 15 Minuten in ein Elektron und ein Proton zerfällt, auch bei den neu entstandenen Teilchen zu einer Trennung führen. Das Proton gewinnt schneller mit jedem Kontakt Energie, als das Elektron und kann bei entsprechend günstigen Bedingungen das elektrische Potential überwinden. Der richtige Energiewert alleine reicht nicht, auch die Richtung und wie oft aus der richtigen Richtung die Verbindung besteht, spielt dabei eine Rolle. Vermutlich liegt der eigentliche Unterschied, im Betazerfall zwischen hier und den Neutronen mehr zum Rand hin, in der Zeitdehnung, die weiter nach Außen zunimmt. Ein Zerfall würde danach, aus unserer Sicht, zum Rand hin wesentlich länger brauchen, als bei uns.

Haben sich Elektron und Proton erst einmal voneinander getrennt, so entfernen sich auch ihre Prozesszeiten. Die beiden geladenen Teilchen bewegen sich nun mit hoher Geschwindigkeit getrennt voneinander weiter und bauen dabei unterschiedliche Vernetzungen auf. Die Ladungen bewegen sich danach mit ansteigender träger Energie frei im Raum. Sie erzeugen beide eine Vielzahl von Photonen einer Schwarzkörperstrahlung. Verläuft der Betazerfallsprozess ähnlich wie bei uns, so besitzen die Teilchen beide eine sehr hohe physikalische Energie, die bei der Trennung frei wurde. Allerdings liegen die Werte, wegen der Zeitdehnung, aus unserer Sicht im Bereich von einigen Kelvin, was vor Ort sich wie viele tausend Kelvin ausmacht. Für uns außenstehende Beobachter verändert sich nun die träge Energie. Je weiter sich der Rand entfernt, umso mehr lässt die Zeitdehnung nach, doch für das Erleben der Teilchen vorort, laufen die Prozesse lokal unauffällig ab. Die Abläufe beim Blick hinein ins Universum scheinen, für Beobachter dort, immer schneller zu

vergehen, je weiter man ins Innere blickt. Nach innen hin ist alles blauverschoben nach außen rot und zur Seite ist eine Verschiebung nicht vorhanden. Für eine gewisse Zeit nach der Entstehung haben wir also Protonen, Elektronen, Neutronen und auch Neutronenverbindungen, falls zwei bewegte Neutronen aufeinandertreffen, die noch nicht vorher zerfallen sind. Noch haben wir hohe Bewegungen von schwach vernetzten Teilchen, die auf Teilchen treffen können, die schon wesentlich mehr vernetzt sind. Das Gleichgewicht wird sich mit der Zeit zunehmend zu Gunsten der trägen, vernetzten Energie entwickeln, doch noch spielen die schnellen neutralen Teilchen eine große Rolle, weil sie Verbindungen eingehen können. Schnelle Neutronen können stoßen und sich damit vernetzen. Sie können aber auch, unter günstigen Bedingungen so aufeinander treffen, dass es zu Verbindungen von mehreren Neutronen oder von Neutronen und Protonen kommt. In diesem Anfangszustand finden sich somit auch möglicherweise schnelle Wasserstoff-, Deuterium- und Tritiumkerne oder auch höhere Atomkerne, wie Heliumkerne. Es sind alles geladene Ladungsträger, die fortwährend Bremsstrahlung erzeugt und sich jedes Mal dabei etwas abkühlen, bis sie bei etwa 2,7 K mehr und mehr freie Elektronen einfangen und zusammen zu neutralen Atomen werden. 2,7 K sind dort vom Erleben her, wie 3000 K bei uns. Die Zahl der neutralen Atome nimmt zu und im gleichen Maß können immer mehr Photonen abwandern und werden nicht mehr von Ladungen eingefangen. Das Universum wird zunehmend durchsichtig und die zuletzt erzeugten Photonen durchdringen den freien neutralen Raum im Innern.

Die Abnahme der Zeitdehnung wirkt sich dabei nicht lokal auf die Atome aus. Wir würden nur beobachten, dass aus unserer Sicht, also auch für unsere Berechnungen, beispielsweise der Neutronenzerfall immer schneller abläuft, je weiter weg der Rand ist. Atome gewinnen zunehmend träge Energie, aber nur in Relation zum Ganzen, Vorort spürt man nichts davon. Hier scheinen die ersten, schnellen unvernetzten Teilchen wie aus dem Nichts zu kommen. Doch haben sie einmal Kontakt gehabt, dann bleibt die weitere Entwicklung gespeichert und wird immer wieder eingelöst. Hier außen entwickelt sich noch alles völlig neu, öffnet sich langsam erst der Blick für das Ganze, scheinen die Dinge noch frei und die weiteren Zustände noch offen zu sein. Viel später im Leben des Teilchens, hängt an jeder Bewegungsänderung eine Absprache mit allen bekannten Kontakten, die alle die Entwicklung potentiell mitbestimmen. Nun wird die Bewegung durch das Ganze bestimmt.

Nach dem Urknallmodell wurde die Raumdehnung zurückgerechnet und man kam über die Rotverschiebung von den heute empfangenen 2,7 K der Mikrowellenstrahlung auf etwa 3000 K, der Temperatur, die die Photonen ursprünglich hatten. Es war der Zeitpunkt, an dem die Elektronen genügend Energie verloren hatten, um von den Protonen eingefangen zu werden. Die Teilchen haben Energie verloren, weil der Raum Energie aufgenommen hat, er dehnte sich. Hier ist nicht klar, woher diese Energie und die treibende Kraft für die Abstoßung kamen. In unserem Model gewinnen die Elementarteilchen fortwährend weltliche Energie, die sie aus der Ebenenverschiebung bei jedem Kontakt gewinnen. Die Temperatur freier Teilchen steigt mit der Zeit oder dem Alter der Teilchen kontinuierlich an. Sie lag anfangs fast bei null Kelvin, nach der Rekombination lag sie bei etwa 2,7 K und heute könnte man die Bewegung solcher Teilchen mit Temperaturen von 3000 K vergleichen, wenn es nicht zu großen Umformungsprozessen gekommen wäre. Was aber sichtbar ist und einer zunehmenden Temperatur oder Energiezunahme gleichkommt, ist die Prozesszeit, die sich in der Rotverschiebung zeigt. Die Prozesszeit nimmt immer mehr zu, je älter ein Teilchen ist. Sie kann durch hohe Geschwindigkeiten oder sehr große Massen abgebremst werden. Das heißt, sie kann Verbindungen verlieren, doch entfernt man sich wieder von den Massenkonzentrationen oder bremst den Körper ab, so gewinnt er dabei genauso viele Prozesse, wie sie vorher abgeschnitten wurden. Anscheinend ist die Zeit eine sehr fundamentale Prozessgröße. Vergleichen wir sie ernsthaft mit dem Ablauf von elementaren Prozessen, dann könnten wir von unseren Erfahrungen auf Systeme schließen, bei denen die Zeit aus irgendeinem Grund langsamer vergeht. Wenn es also tatsächlich nicht der Raum oder irgend ein Skalenfaktor sein sollte, der sich dehnt, sondern es die Zeit ist, die zum Rand des Universums hin kontinuierlich langsamer vergeht, dann könnten wir die Abläufe aus unserem Erfahrungsbereich auf zeitlich gedehnte Orte übertragen. Rekombiniert ein schnelles Elektron, das langsam Energie verliert, bei uns ab einer Temperatur von 3000 K, dann würde ein solches Elektron, bei dem die Zeit um 1089-fach gedehnt ist, sich bei 2,7 K mit dem dortigen leichteren Proton zu einem neutralen Atom verbinden.

In unserem Universumsaufbau steckt schon im Ansatz eine flache Raumgeometrie, sie muss nicht erst durch eine Inflation erklärt werden. Unsere Welt schafft keine unverständlich großen Werte von Teilchen auf viel zu kleinem Raum, mit allen sich daraus ergebenden Problemen. Teilchen entstehen nicht einmalig, sondern fortwährend am Rand, was über den langen

Zeitraum auch zu einer so gewaltigen Gesamtzahl führt, wie wir sie beobachten. Es entstehen Teilchen, die eine feste Ebenenstruktur aufweisen und zunächst kalt sind. Dann nehmen sie mehr und mehr frei werdende Zustände ein, bis sie einander berühren und schlagartig mit hohen Geschwindigkeiten bewegen. Dieser erste Kontakt eines ersten Teilchenpaares, wird noch sehr lange dauern und relativ gleichzeitig, in großen Entfernungen zueinander passieren. Solche ersten, wenigen Teilchenkontakte, die dann mit Lichtgeschwindigkeit viel schneller weitere Kontakte kaskadenartig auslösen, können dabei die Keime von späteren großen Massenansammlungen sein. Die Vorformen von Sonnen oder sogar von Galaxien. Die erste innere Energieumformung betrifft die zunehmende Vernetzung. Sie macht die Teilchen ein wenig leichter, stellt aber dabei mit jedem Kontakt eine Verbindung her, die gespeichert wird. Schließlich haben wir einen ersten Urzustand, bei dem es freie Protonen und Elektronen gibt, die fortwährend Photonen erzeugen, aber auch kleinere und größere Neutronenverbindungen, so wie auch Neutronen und Protonenverbindungen. Energie verliert der Urzustand durch die vielen Photonen, die auch nach innen ins Universum entweichen. Bei einer Temperatur von 3000 K, also wegen der Zeitdehnung eine für uns bei 2,7 K beobachtbaren Strahlungstemperatur, sind die Elektronen langsam genug, um eingefangen werden zu können.

Das Universum wird dann durchsichtig, aber auch für eine lange Zeit dunkel. Da sich das Universum fortwährend vergrößert und immer neue Teilchen erzeugt, die den gleichen Prozessablauf durchlaufen, empfangen wir bis heute die gleiche Mikrowellenstrahlung aus allen Richtungen, gleich und in etwa mit gleicher Intensität. Und auch die spätere Entwicklung der Strukturen nimmt dann in alle Richtungen in etwa den gleichen Ablauf.