

Aus dem „LEFT“-Feld heraus



Infinite Energy (Ausgabe 156, März - Juni 2021) 27-32
From Out of „LEFT“ Field
J. Christian Bell
jcb724@yahoo.com

(in Anlehnung an „Out of left field“ für „aus heiterem Himmel“ mit LEFT für Low Energy Fusion Technologies)



Einführung

Die aktuelle Debatte um den [Klimawandel](#) geht völlig am Thema vorbei. Es geht hier nicht darum, der Verbrennung [fossiler Brennstoffe](#) die Schuld zuzuweisen oder aber zu behaupten, die Erde unterliege einem natürlichen Zyklus von [Erwärmungsphasen](#). Es geht schlicht und einfach um die Erkenntnis, dass sich die Erde erwärmt – ganz gleich, worin die Ursachen dafür liegen – und darum, dass wir als Menschen, die in der Lage sind, Veränderungen in unserer Umwelt zu bewirken, nach Möglichkeiten suchen können und müssen, um die Menge an [Kohlendioxid](#) in unserer [Atmosphäre](#) zu reduzieren.

Geht es nun darum, den von uns selbst verursachten Schlamassel zu beheben, oder versucht der Mensch erneut, sich mit Mutter Natur anzulegen, nur um Jahre später feststellen zu müssen, dass wir alles falsch gemacht haben?

Die Aussicht auf steigende Meeresspiegel, auf immer schlimmere [Dürren](#), [Stürme](#), [Orkane](#) usw. weckt das übliche menschliche Verlangen, Dinge zu reparieren, um so den [Status quo](#) aufrechtzuerhalten.

Tatsache ist, dass wir irgendwann alle Reserven an [fossilen Brennstoffen](#) auf diesem Planeten verbraucht haben werden, vielleicht noch nicht innerhalb der nächsten 50 Jahre, aber mit Sicherheit über die nächsten 100 bis 150 Jahre. Die Menschheit wird es fertigbringen, alle fossilen Brennstoffe auf der Erde innerhalb von ein paar Tausend Jahren aufgebraucht zu haben.

Wie müssen wir da als Bewahrer des Planeten Erde nun reagieren? Der vollständige Ausstieg aus der Förderung und dem Verbrauch fossiler Brennstoffe erscheint zwar vom Konzept her durchaus sinnvoll, ist jedoch ein Ding der Unmöglichkeit. Die fossilen Brennstoffe stellen zweifellos eine der bedeutendsten Antriebskräfte für die [Weltwirtschaft](#) als auch für die menschliche [Zivilisation](#) dar. Wollte man ihre Einbettung in die Wirtschaft innerhalb kürzester Zeit aufgeben, hätte dies katastrophale Auswirkungen.

Zugleich stellt die fortgesetzte Erkundung und Förderung fossiler Brennstoffe sowie die anhaltende Abhängigkeit von ihnen für die Weltwirtschaft vorläufig zwar eine praktikable Lösung dar, die jedoch auf Dauer nicht tragfähig ist.

Das Beste, was kurzfristig getan werden kann, besteht in einer Kombination aus verschiedenen Strategien, denen wir heutzutage vertrauen – [Energieeinsparung](#), Verbesserung der [Energieeffizienz](#), Entwicklung [alternativer Energiequellen](#), verbunden mit einer [konzertierten](#) Aktion zur Entwicklung

— From Out of “LEFT” Field —

J. Christian Bell*

Introduction

The ongoing debate on climate change is completely missing the point. It is not a question of placing blame on the burning of fossil fuels or in maintaining that the earth goes through natural cycles of periods of warming. It is purely about recognizing that the earth is getting warmer, whatever the cause, and as humans who have the ability to affect changes in our environment, can we and should we explore ways to reduce the amount of carbon dioxide in our atmosphere?

Is it cleaning up the mess of our own making or is it harm, once again, trying to mess with Mother Nature, only to find out years later, we had it all wrong?

The prospect of rising sea levels, more severe droughts, storms, hurricanes, etc. creates the usual human desire to try and fix things in order to preserve the status quo.

The reality is we will burn through all of the fossil fuel reserves on this planet eventually, maybe not in 50 years but most definitely in 100-150 years. Humans will have managed to deplete all of the fossil fuels on earth in the space of a few thousand years.

So what should our response be as custodians of planet earth? Completely shutting down fossil fuel production and consumption, while attractive in concept, is an impossibility. Fossil fuels are arguably one of the single largest drivers of the global economy and human civilization. To remove an embedded economy in a very short term would have disastrous effects.

At the same time, continued exploration, production and reliance on fossil fuels, while temporarily supporting the global economy, is not a viable long-term solution.

The best we can do in the short term is a combination of many of the strategies we rely on today—conservation, improvements in energy efficiency, the development of alternative energy sources, coupled with a concerted effort in developing new technologies which reduce carbon dioxide in the earth's atmosphere.

Long term, however, we must develop an energy source which not only is highly efficient, produces an abundance of usable affordable energy, but also is not detrimental to the environment. There is one such energy source, the fundamental energy source from which all energy sources on earth were derived—nuclear fusion energy, the energy source of the stars, including our own.

Fusion energy has not only created all of the elements which allow life as we know it to exist, but also has provided the byproduct of fusion, electromagnetic energy, which bathes our planet, supplying the energy required for life and

most of the stored energy which exists on earth including all fossil fuels.

Although nuclear fusion is a known technology, our long success has been in producing hydrogen bombs which produce massive amounts of energy. Unfortunately the energy produced by a hydrogen bomb is unusable as a controlled energy source to be used for peaceful purposes. The challenge is to create fusion reactions which are controllable, safe and most importantly are net energy producers.

Over the years, fusion research and experimentation has fallen into two camps. The most widely accepted path to successfully harnessing fusion energy has been to try and recreate the conditions similar to what exists at the core of the sun. Requiring high energy magnetic containment fields to maintain hydrogen ion plasmas with temperatures in the range of 150,000,000 degrees, all of these proposed solutions require huge amounts of energy to create and contain the high energy plasmas. At best, successful fusion reactions will barely produce enough usable energy to match the required input energy. It is questionable whether these types of fusion solutions will ever be commercially viable net energy producers rather than expensive cost prohibitive experiments.

The other camp is generally classified as “cold” fusion, creating any other proposed fusion solution which attempts to initiate fusion reactions at temperatures and conditions much lower than 150,000,000 degrees. Cold fusion is often thought of as the alchemy of the 20th and 21st century, an impossible task, unworkable and mirrors proposed by charlatans, impostors and dreamers with little scientific knowledge or credentials.

While I have no background or expertise in high energy physics, I have always had an interest in reading about proposed solutions, whether they be traditional high energy solutions or widely debunked “cold” fusion solutions. Personally, I have found almost all of the proposed solutions to be sadly disappointing. I fear the high energy solutions will never prove to be commercially viable and the “cold” solutions always seem to rely on some form of chemical exothermic reaction rather than actually producing a true nuclear fusion reaction. There seems to be no clear path towards the discovery of a commercially viable solution.

This is not to imply that research and theories are sacred and should be discontinued. The only way to ever discover a solution is through the thoughts, theories, research and experiments by men and women who are interested in and passionate about exploring nuclear fusion. Long-term success will require a sustained level of funding to support new the-

neuer Technologien, welche die Belastung der Erdatmosphäre mit Kohlendioxid verringern.

Langfristig jedoch muss eine [Energiequelle](#) erschlossen werden, die nicht nur hocheffizient ist und eine große Menge an nutzbarer und kostengünstiger Energie bereitstellt, sondern auch keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt hat. Eine solche Energiequelle steht zur Verfügung – eine fundamentale Energiequelle, aus der alle anderen Energiequellen auf der Erde hervorgegangen sind – und das ist die Kernfusionsenergie, die Energiequelle der Sterne, einschließlich unseres eigenen.

Die Fusionsenergie hat nicht nur alle [Elemente](#) geschaffen, die das Leben, wie wir es kennen, erst ermöglicht haben, sondern lieferte überdies als Nebenprodukt der Fusion auch noch jene elektromagnetische Energie, die unseren Planeten durchflutet und die Energie zur Verfügung stellt, die für das Leben erforderlich ist, einschließlich aller fossilen Brennstoffe, die auf der Erde gelagert sind.

Obwohl es sich bei der [Kernfusion](#) um eine anerkannte Technologie handelt, besteht der einzige Erfolg bisher in der Produktion von Wasserstoffbomben, welche gewaltige Mengen an Energie freisetzen. Leider ist die Energie, die durch eine Wasserstoffbombe erzeugt wird, unbrauchbar als kontrollierte Energiequelle für eine friedliche Nutzung. Die Herausforderung besteht nun darin, die Fusionsreaktionen derart zu gestalten, dass sie steuerbar und sicher sind und – was am wichtigsten ist – Nettoenergie liefern.

Über die Jahre hat sich die Forschung zur Kernfusion sowie ihre experimentelle Umsetzung in zwei Richtungen entwickelt. Der weitestgehend akzeptierte Weg zur erfolgreichen Nutzung der Fusionsenergie besteht in dem Versuch, ähnliche Bedingungen zu schaffen, wie sie im Kern der Sonne herrschen. Alle diese Lösungsvorschläge, die hochenergetische magnetische Eindämpfungsfelder erfordern, um [Plasmen](#) aus [Wasserstoffionen](#) mit Temperaturen in der Größenordnung von 150 000 000 Grad Celsius aufrechtzuerhalten, erfordern riesige Mengen an Energie, um diese hochenergetischen Plasmen zu erzeugen und zu bändigen. Im besten Fall werden erfolgreiche Fusionsreaktionen gerade so viel nutzbare Energie erzeugen, wie für den Energieaufwand nötig ist. Es bleibt fraglich, ob diese Arten von Fusionslösungen jemals als kommerziell nutzbare Energieerzeuger genutzt werden können und nicht nur kostspielige Experimente darstellen, die sich nicht rechnen.

Das andere Lager wird im Allgemeinen unter dem Begriff der „kalten“ Fusion zusammengefasst. Das umfasst alle weiteren vorgeschlagenen Lösungen zu Fusionsprozessen, die Versuche zur Einleitung von Fusionsreaktionen beinhalten, die bei Temperaturen und unter Bedingungen erfolgen, die weit unter 150 000 000 Grad Celsius liegen. Die Kalte Fusion wird oft als die Alchemie des 20. und 21. Jahrhunderts angesehen – als ein unmögliches Unterfangen, als eine von Scharlatanen, Hochstaplern und Träumern mit wenig wissenschaftlichen Kenntnissen oder Referenzen vorgeschlagene Nebelkerze.

Obwohl ich weder über einen Hintergrund noch über Fachwissen im Bereich der [Hochenergiephysik](#) verfüge, habe ich mich schon immer für diese Lösungsvorschläge interessiert, ganz gleich, ob es sich um herkömmliche Lösungen im Bereich der Hochenergie oder um die vielfach widerlegten Lösungen der „kalten“ Fusion handelt. Für mich persönlich waren die meisten der vorgeschlagenen Lösungen eher enttäuschend. Ich fürchte, dass sich die Lösungen im Bereich der Hochenergie nie als wirtschaftlich rentabel erweisen werden, und die „kalten“ Lösungen scheinen sich immer auf irgendeine Form einer exothermen chemischen Reaktion zu stützen, anstatt tatsächlich eine echte [Kernfusionsreaktion](#) hervorzurufen. Es scheint keinen klaren Weg hin zur Entdeckung einer kommerziell nutzbaren Lösung zu geben.

Das soll nicht heißen, dass die Forschung und die theoretischen Arbeiten an diesem Thema vergeblich sind und aufgegeben werden sollten. Die einzige Möglichkeit, jemals zu einer Lösung zu gelangen, besteht in den Überlegungen, Theorien, Forschungen und Experimenten seitens jener Männer und Frauen, die sich für die Erforschung der Kernfusion interessieren und sich für sie begeistern. Ein langfristiger Erfolg erfordert eine dauerhafte Finanzierung zur Unterstützung neuer Theorien, Ideen und Experimente. Hier stellt sich also die Frage, welche Forschung finanziert werden sollte – die der teuren Hochenergielösungen oder die der „Quacksalber“ von der Kalten Fusion. Die Antwort könnte ein bisschen von beidem beinhalten, denn irgendwo wird jemand eine Lösung vorschlagen oder ein Experiment durchführen, das zum ultimativen Ziel führt – zu einer kommerziell tragfähigen Lösung zur Erzeugung von Nettoenergie aus der Kernfusion, die wirtschaftlich machbar, beherrschbar und umweltverträglich ist.

Das mag vielleicht noch Jahre, Jahrzehnte oder sogar Jahrhunderte dauern, aber tatsächlich bleibt uns vielleicht nur noch ein Jahrhundert mit fossilen Brennstoffen, bevor es zu spät ist. Entweder gelingt es uns, eine tragfähige, nachhaltige und langfristige Lösung für den steigenden Energiebedarf einer wachsenden Weltbevölkerung zu entwickeln, oder wir stehen als Spezies vor einer ungewissen Zukunft. Man könnte argumentieren, dass bezweifelt werden kann, ob die Menschheit ohne Kohle, Erdöl und Erdgas jemals über das Leben von Jägern und Sammlern hinausgelangt wäre. Es hätten uns einfach nicht genügend nutzbare Energieressourcen zur Verfügung gestanden, um die für die moderne Zivilisation so wichtige Infrastruktur und Technologie zu entwickeln. Sobald unsere Energieressourcen erschöpft sind, ist die menschliche Zivilisation ohne entsprechenden Ersatz in Gefahr.

Ich schreibe diesen Beitrag mit einigem Zögern, da ich befürchte, als einer dieser Quacksalber abgestempelt zu werden. Da ich aber ein Alter erreicht habe, in dem mich das nicht mehr interessiert, ist es an der Zeit, meine Theorie zu veröffentlichen. Nach allem, was ich gelesen habe, handelt es sich dabei um eine Theorie, die sich von allen anderen, denen ich bislang begegnet bin, unterscheidet. Auch wenn die Theorie, die von mir an dieser Stelle vorgeschlagen wird, vielleicht nur eine weitere in einer langen Reihe unwahrscheinlicher Lösungen darstellt, könnte sie bei jemandem mit mehr Erfahrung und Fachwissen eine Idee oder einen Gedanken hervorrufen, der den Weg nach vorne weist.

Möge dieser Aufsatz von Ihnen mit einem offenen Geist und mit der Hoffnung für die Menschheit und den herrlichen Planeten, auf dem wir vorübergehend verweilen dürfen, aufgenommen werden.

Zur Theorie

Während es sich bei der Kernphysik um ein sehr komplexes Thema handelt, gestaltet sich das Grundproblem der Kernfusion recht einfach. Die Materie wird von drei grundlegenden Kräften beherrscht: der Gravitation, der elektrischen Kraft und der starken Kernkraft. Die Gravitation ist eine anziehende Kraft, die die interstellaren Gase in den unendlichen Weiten des Weltraums zu dichten Materiewolken zusammenführt, aus denen dann die zukünftigen Sterne entstehen. Während die Gravitation die Materie zusammenzieht, kommt die elektrische Kraft als eine abstoßende Kraft ins Spiel, die die anziehende Kraft der Gravitation ausgleicht. Wenn schließlich genügend Materie zusammenkommt, überwindet die Kraft der Gravitation die abstoßende elektrische Kraft und bringt die Protonen so nahe zueinander, dass die starke Kernkraft ins Spiel kommt und ein erstes Fusionsereignis ermöglicht, durch das der Kernfusionsofen in Gang gesetzt wird, der dann schließlich zu einem Stern reift.

Betrachtet man die Kräfte zwischen einzelnen Protonen, so wirkt die abstoßende elektrische Kraft als vermittelnde Kraft zwischen der Gravitation und der Kernkraft. Vereinfacht ausgedrückt: Wenn es gelingt, die abstoßende elektrische Kraft zwischen zwei Protonen zu beseitigen oder zu neutralisieren, könnten zwei Protonen in einen reaktiven Kernabstand gebracht werden, der ein Fusionsereignis zulässt.

Das Proton

Betrachtet man das elektrische Feld, von dem ein Proton umgeben ist, aus einem anderen Blickwinkel, liefert dessen Untersuchung eine mögliche Erklärung. Für ein einzelnes ruhendes Proton beträgt die Ladung an allen Punkten im Raum um das Proton herum netto +1, während die Kraft oder die Stärke des elektrischen Feldes in Abhängigkeit von der Entfernung vom Proton variiert. Die Stärke des elektrischen Feldes folgt dabei dem Prinzip des inversen Quadrats. Betrachtet man also zwei Punkte im Raum – einen Punkt A und einen Punkt B, bei denen der Punkt A in einem Abstand R und der Punkt B in einem Abstand von 2R vom Proton entfernt liegen, so ergibt sich nach der inversen Quadratregel für den Punkt A die vierfache elektrische Feldstärke gegenüber der Feldstärke im Punkt B.

Bei einem ruhenden Proton besitzen alle Punkte, die sich im Abstand R vom Proton befinden, die gleiche elektrische Feldstärke. Da alle Punkte, die gleich weit von einem einzelnen Punkt entfernt sind, eine Kugel darstellen, würden alle Punkte auf einer Kugel, die sich im Abstand R vom Proton befinden, die vierfache elektrische Feldstärke derjenigen Punkte auf einer anderen Kugel aufweisen, die einen Abstand

von $2R$ zum Proton besitzen. Dies würde für alle Werte von R selbst dann gelten, wenn R gegen 0 geht. Für die Zwecke dieses Artikels definieren wir jede Kugel mit einer einheitlichen elektrischen Feldstärke als eine Isosphäre der [elektrischen Feldstärke](#).

Obwohl die Nettoladung, von der ein ruhendes Proton umgeben ist, immer $+1$ beträgt, setzt sich diese Nettoladung von $+1$ nach dem Gesetz der Ladungserhaltung aus den drei Ladungsfeldern der drei subatomaren Teilchen zusammen, aus denen ein Proton besteht. Diese subatomaren Teilchen (Quarks) bestehen aus zwei „up“-Quarks mit einer Ladung von je $+2/3$ und einem „down“-Quark mit einer Ladung von $-1/3$. Ähnlich wie bei der obigen Analyse des elektrischen Feldes ergibt sich für jeden Punkt im Raum, der ein ruhendes Proton umgibt, eine Nettoladung von $+1$, welche sich aus der positiven Ladung der beiden „up“-Quarks ($2 \cdot +2/3 = +4/3$) und der negativen Ladung von $-1/3$ des „down“-Quarks ($+4/3 - 1/3 = +1$) zusammensetzt. Somit ergibt sich für ein ruhendes Proton, dass die positive Ladung für alle Punkte im Raum, von denen das Proton umgeben ist, immer das Vierfache der negativen Ladung beträgt ($4/3 = 4 \cdot 1/3$).

Unter Anwendung einer Erweiterung desselben Arguments resultiert die [elektrische Feldstärke](#) an einem bestimmten Punkt im Raum, der ein ruhendes Proton umgibt, aus der Vereinigung aller Feldstärken an diesem Punkt, die jedes Quark beisteuert. Für die Isosphäre der elektrischen Feldstärke in einer Entfernung R vom Proton entspricht diese Isosphäre also tatsächlich der zusammengesetzten Feldstärke zweier positiver elektrischer Felder (beigetragen durch die „up“-Quarks) und eines negativen elektrischen Feldes (beigetragen durch das „down“-Quark). Jede Isosphäre stellt somit einen Verbund aus drei unterschiedlichen und voneinander getrennten Isosphären dar (zwei positive Isosphären und eine negative Isosphäre).

Betrachtet man die positiven und die negativen Isosphären sowohl in einer Entfernung von R als auch in einer Entfernung von $2R$ zum Proton, so könnte man unter Verwendung des Verhältnisses 4:1 der Feldstärken in Abhängigkeit von der Entfernung zum Proton und des Verhältnisses 1:4 der negativen zu den positiven Feldstärken für jede einzelne Isosphäre zu dem Schluss kommen, dass die negative Feldstärke in einer Entfernung R zum Proton der gesamten positiven Feldstärke in einer Entfernung von $2R$ zum Proton entspricht.

Die Beschleunigung

Gerät ein [Proton](#) in ein [magnetisches](#) oder ein [elektrisches Feld](#), erlangt es eine Beschleunigung. Aber was ändert sich – wenn überhaupt – in den elektrischen Feldern, die das Proton umgeben, während dieses beschleunigt wird?

Wird ein Proton beschleunigt, sei es bei einer Kollision oder wenn es sich in einem magnetischen oder einem elektrischen Feld befindet, dann ist es das elektrische Feld, das das Proton umgibt, welches für die Beschleunigung des Protons sorgt. Es handelt sich dabei um das Energieübertragungsmedium.

Eine weitere Eigenschaft, die im Zusammenhang mit der Beschleunigung von Protonen berücksichtigt werden muss, ist der sogenannte „Spin“. Wird ein Proton beschleunigt, dann bewegt es sich nicht geradlinig, sondern beschleunigt in eine bestimmte Richtung, wobei das Proton einer engen spiralförmigen Bahn um die Beschleunigungsachse herum folgt (Rechte-Hand-Regel). Dies verkompliziert zwar die Eingangsanalyse und natürlich auch die Mathematik, lässt sich jedoch mit der Spinkomponente der Beschleunigung in Einklang bringen. In der nachfolgenden einleitenden Diskussion wird der Spin nicht mit in die Analyse einbezogen, sondern erst am Ende betrachtet.

Ein Modell zur Veranschaulichung der Beschleunigung eines Protons besteht darin, das [elektrische Feld](#), das das Proton umgibt, und die [Feldstärke](#) in verschiedenen Entfernungen vom Proton als eine Dichtefunktion zu betrachten – als eine „Wolke“, die in der Nähe des Protons extrem dicht ist und deren Dichte mit zunehmender Entfernung vom Proton abnimmt, und zwar proportional zur inversen Quadratregel. Darüber hinaus wäre das Proton aufgrund der drei unterschiedlichen und voneinander getrennten elektrischen Felder (zwei positive und ein negatives) von drei „Wolken“ umgeben – von zwei positiv und einer negativ geladenen Wolke.

Stellen Sie sich vor, dass ein [Proton](#), das sich in Ruhe befindet, einem beschleunigenden Feld ausgesetzt wird, so dass es damit beginnt, sich von links nach rechts zu beschleunigen. Unter Verwendung des Modells der Dichtewolke sowie eines Quantenkonzepts für einzelne Teilchen lassen sich die „Wolken“ als

winzige Quanteneinheiten der elektrischen Feldstärke (oder kurz QUEF) beschreiben. Wie würden sich diese positiv und negativ geladenen QUEFs verhalten, wenn nun ein Proton in ein beschleunigendes Feld eingebracht wird?

Das auferlegte Beschleunigungsfeld würde sich auf jede Quanteneinheit der elektrischen Feldstärke (positiv wie negativ) auswirken. Die positiven QUEFs würden sich in Richtung der Beschleunigung bewegen, während die negativen QUEFs sich in die entgegengesetzte Richtung bewegen würden.

Eine positive QUEF links vom Proton würde sich direkt zum Proton hin in ein dichteres QUEF-Feld verlagern und das Dichtefeld zunehmend komprimieren, bis die absorbierte Energie damit beginnt, sich auf die tatsächliche Masse des Protons zu übertragen, wodurch das Proton sich zu beschleunigen beginnt. Durch die Kompression des elektrischen Feldes erfolgt über einen diskreten Zeitraum hinweg eine Energieübertragung vom elektrischen Feld auf die kinetische Energie des Protons. Diese Kompression des elektrischen Feldes im Zuge der Energieübertragung auf die Beschleunigung des Protons würde zu physikalischen Verzerrungen bei den positiven und negativen Isosphären führen, weil alle Punkte mit der gleichen positiven oder negativen elektrischen Feldstärke nicht mit Notwendigkeit kugelförmig bleiben würden, so wie es bei einem ruhenden Proton der Fall wäre.

Man stelle sich eine Ebene vor, die den Mittelpunkt eines Protons schneidet und in der die Isosphären R und 2R als Kreise dargestellt sind, wobei die „x“-Achse die Beschleunigungsrichtung repräsentiert. Man betrachte nun die Punkte A, B, C und D auf der R-Isosphäre sowie die Punkte A1, B1, C1 und D1 auf der 2R-Isosphäre. (Siehe Abbildung 1.)

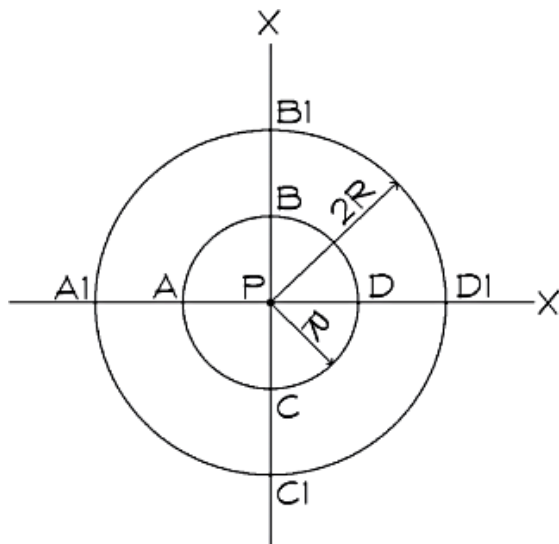


Abbildung 1. Punkte auf einer xy-Ebene, die ein Proton umgeben

Jeder dieser acht Punkte entspricht einem Punkt auf der positiven oder negativen Isosphäre. Ein elektrisches Feld, das das Proton in die positive X-Richtung beschleunigt, verschiebt die positiven elektrischen Felder grundsätzlich in die positive X-Richtung und das negative elektrische Feld in die negative X-Richtung. Für jede einzelne Quanteneinheit der elektrischen Feldstärke gilt: Verschiebt das angelegte elektrische Feld die Quanteneinheit in Richtung des Protons (also in Richtung der dichteren Bereiche von Quanteneinheiten oder in Richtung der Bereiche mit einer höheren elektrischen Feldstärke), dann tendiert die Quanteneinheit dazu, sich in einem geringeren Maße zu verschieben, als wenn das angelegte elektrische Feld die Quanteneinheit vom Proton fortbewegt (also in Richtung der weniger dichten Bereiche von Quanteneinheiten oder in Richtung der Bereiche mit einer geringeren elektrischen Feldstärke).

An den Punkten A und A1 verschieben sich die positiven Quanteneinheiten der elektrischen Feldstärke zum Proton hin, während sich die negativen Quanteneinheiten vom Proton fortbewegen, d. h. die positiven Quanteneinheiten verschieben sich weniger nach rechts als die negativen Quanteneinheiten nach links. An den Punkten D und D1 kommt es zum gegenteiligen Effekt: Die positiven Quanteneinheiten verschieben sich weiter nach rechts als die negativen Quanteneinheiten nach links. An den Punkten B, B1, C und C1 sind die Verschiebungen der positiven und negativen Quanteneinheiten

zwar gleich groß, verlaufen aber in entgegengesetzte Richtungen. Da sich die Verschiebung jedoch nicht direkt zum Proton hin oder von ihm weg vollzieht, sondern tangential, ist die Verschiebung geringer als diejenige vom Proton weg, aber auch geringer als diejenige zum Proton hin.

Was die Kreisform der Isosphären betrifft, so führen die Rechts- und Linksverschiebungen der positiven bzw. negativen Quanteneinheiten zu einer Verzerrung der Kreise, wodurch sie eine eher elliptische Form annehmen und das Proton in einem der Brennpunkte verbleibt. Die positiven Isosphären bei R und 2R verschieben sich nach rechts und verformen sich zu elliptischen Formen (ellipsoidisch in drei Dimensionen), wobei das Proton im linken Brennpunkt verbleibt. Die negativen Isosphären bei R und 2R verschieben sich nach links und verformen sich zu ellipsoidischen Formen, wobei sich das Proton dann im rechten Brennpunkt befindet.

Verstärkt man das angelegte elektrische Feld, was zu einer größeren Beschleunigung des Protons und der damit verbundenen ellipsoidischen Verzerrung der positiven und negativen Isosphäre führt, dann verschiebt sich bei einem gewissen Grad der Beschleunigung der Punkt A1 auf der positiven Isosphäre 2R nach rechts und fällt mit der Linksverschiebung des Punktes A auf der negativen Isosphäre R zusammen. Da diese beiden Punkte die gleiche elektrische Feldstärke aufweisen, besteht bei diesem Grad der Beschleunigung entlang der negativen x-Achse eine elektrische Nettofeldstärke von 0.

Bei Beschleunigungswerten, die größer sind als der Wert, welcher entlang der negativen x-Achse eine elektrische Nettofeldstärke von 0 erzeugt, entsteht entlang der negativen x-Achse ein negativ geladener Bereich. Geometrisch gesehen wird der negativ geladene Bereich, der sich bei hohen Beschleunigungswerten entwickelt, in etwa die Form eines Wirbels annehmen. Dabei entspricht die Oberfläche des Wirbels der Gesamtheit aller Punkte mit einer elektrischen Nettofeldstärke von 0, während die höchste negative Nettoladung und die höchste negative elektrische Feldstärke entlang der negativen x-Achse vorliegen.

Ein Proton mit einer hohen Beschleunigung entwickelt entlang der negativen x-Achse oder am hinteren Ende des beschleunigten Protons einen wirbelförmigen, negativ geladenen Bereich. Könnte ein anderes beschleunigtes Proton, das über eine höhere Anfangsgeschwindigkeit verfügt, in den negativ geladenen Bereich am hinteren Ende eines beschleunigten Protons gebracht werden, so würde sich zwischen den beiden Protonen eher ein anziehendes elektrisches Feld als eine abstoßende elektrische Kraft bilden.

In dieser Analyse wurde jedoch ein wichtiges Merkmal eines beschleunigten Teilchens außer Acht gelassen, und das ist das Phänomen des Spins. Anstatt auf geradem Pfad zu beschleunigen, bewegen sich beschleunigte Ionen auf einer engen spiralförmigen Bahn in Richtung der Beschleunigung. Die tatsächliche Form des negativ geladenen Bereichs lässt sich daher zutreffender als spiralförmiger Wirbel beschreiben.

Bei einer Frontalkollision zwischen zwei Protonen nimmt die elektrische Feldstärke in dem Maße zu, wie sich die beiden Protonen einer exakten Kopf-an-Kopf-Zielführung nähern. Dies hat zur Folge, dass die meisten Frontalkollisionen zu Abweichungen von der Kopf-an-Kopf-Ziellinie führen und Frontalkollisionen praktisch unmöglich sind – und die spiralförmige Bahn der beschleunigten Protonen macht dies sogar noch unwahrscheinlicher. Bei einer Rückwärtskollision befindet sich der Bereich mit der stärkeren negativen Ladung entlang der negativen x-Achse auf der Zielachse, so dass das sich nähernde Proton nicht von einem Kollisionskurs abgelenkt wird, sondern auf die korrekte Zielachse für eine Rückwärtskollision gezogen wird. Da die spiralförmigen Bahnen der beiden Protonen in die selbe Richtung verlaufen, könnte es tatsächlich zu jenem „Tunnelphänomen“ kommen, wie es bei Fusionsereignissen beobachtet worden ist.

Sollte es möglich sein, zwischen zwei einzelnen Protonen ein Fusionsereignis herbeizuführen, bestünde die wahrscheinlichste Methode darin, ein Proton mit geringer Geschwindigkeit auf einer Zielachse laufen zu lassen, gefolgt von einem Proton mit höherer Geschwindigkeit auf der gleichen Zielachse. Noch bevor es zu einer Rückwärtskollision kommen könnte, würden beide Protonen in ein extrem starkes, linear beschleunigendes Magnetfeld eintreten. Das Zielproton mit der geringeren Geschwindigkeit würde ein nach hinten gerichtetes, negativ geladenes elektrisches Spiralwirbelfeld aufbauen, sobald das ihm folgende Proton in den negativ geladenen Spiralwirbel eintritt.

Das nachfolgende Proton würde vom Zielproton angezogen und auf die Ziellinie der rückwärtigen Kollision fokussiert werden, was die Wahrscheinlichkeit dafür erhöhen würde, dass beide Protonen sich in einen reaktiven Kernabstand begeben, in dem es zu einem Fusionsereignis kommt, bei dem ein

elektromagnetischer Energiestoß entsteht, der beide Protonen zu einem Fusionsprodukt der Stufe 1 ([Deuteriumion](#)) fusionieren lässt.

Wenn es tatsächlich möglich sein sollte, zwischen zwei einzelnen Protonen ein individuelles Fusionsereignis hervorzurufen, kann dann auch eine ausreichende Anzahl von einzelnen Fusionsereignissen erzielt werden, um die dabei freigesetzte Energie für produktive Zwecke nutzen zu können? Und würde dieser Prozess einen Nettoenergieausstoß liefern, der es ermöglicht, ihn als wirtschaftlich tragfähige Energiequelle zu nutzen?

Negativ geladene Bereiche in Plasmen

Manch einer mag sich fragen, ob sich an der Rückseite eines beschleunigten Protons tatsächlich negativ geladene Bereiche bilden. Eine Antwort auf diese Frage könnte eine Analyse von Plasmen liefern, insbesondere von Plasmen mit einer hohen Temperatur und einem hohen Druck.

Für Gase lässt sich die „Temperatur“ mit der durchschnittlichen Teilchengeschwindigkeit korrelieren, während sich der Druck mit der durchschnittlichen Anzahl von Kollisionen pro Zeiteinheit korrelieren lässt. Ein Hochtemperatur-/Hochdruckplasma zeichnet sich also durch eine hohe durchschnittliche Teilchengeschwindigkeit und eine hohe Anzahl von Kollisionen pro Zeiteinheit aus. Bei einer hohen Durchschnittsgeschwindigkeit und einer hohen Anzahl von Kollisionen pro Zeiteinheit kann davon ausgegangen werden, dass die durchschnittliche Zeit zwischen den Kollisionen gering ist. Um eine hohe Durchschnittsgeschwindigkeit und eine geringe durchschnittliche Zeit zwischen den Kollisionen zu erreichen, müsste die durchschnittliche Teilchenbeschleunigung wesentlich höher sein, und auch der Prozentsatz der Zeit, in der ein Teilchen beschleunigt wird, wäre höher.

Ist die durchschnittliche Teilchenbeschleunigung nun höher und wird ein durchschnittliches Teilchen über einen größeren Prozentsatz der Zeit beschleunigt, erhöht sich auch die Wahrscheinlichkeit von Kollisionen zwischen den beschleunigten Teilchen.

Wenn sich auf der Rückseite eines beschleunigten Teilchens negativ geladene Bereiche entwickeln, dann sollte mit der erhöhten Anzahl von Kollisionen und dem erhöhten Prozentsatz der Zeit, in der die Teilchen beschleunigt werden, auch die Anzahl der Kollisionen zwischen den positiv geladenen Teilchen und den negativ geladenen Bereichen zunehmen. Dies würde zu einer elektrischen Anziehungskraft zwischen den Teilchen führen, so dass das Plasma beginnen würde, neben den Eigenschaften eines Gases auch die einer Flüssigkeit zu entwickeln – was genau dem Phänomen entspricht, das in Hochtemperatur-/Hochdruckplasmen beobachtet werden kann.

Korrekterweise sollte man die Flüssigkeitseigenschaften des Plasmas auf die Anziehungskräfte zurückführen, die zwischen den Teilchen entstehen, wenn sich bei einer hohen durchschnittlichen Teilchenbeschleunigung negativ geladene Bereiche herausbilden.

Wieso lassen sich keine Fusionsereignisse beobachten, wenn sich im Plasma auf der Rückseite der beschleunigten Protonen negativ geladene Bereiche zeigen? Aufgrund der hohen Dichte, die in einem Plasma herrscht, wechselt ein einzelnes Proton millionenfach pro Sekunde die Richtung, so dass es einem anderen einzelnen Proton unmöglich ist, direkt auf die Rückseite des ersten Protons zu zielen und den „[Tunneleffekt](#)“ hervorzurufen. Hohe Dichten und hohe Temperaturen führen zu einer stärkeren brownschen Bewegung, was die Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Ausrichtung noch weiter verringert. Auch die spiralförmige Wirbelform des negativ geladenen Bereichs macht ein erfolgreiches Fusionsereignis in einem Plasma eher unwahrscheinlich, da die beschleunigten Protonen in den kurzen Zeiträumen zwischen den Zusammenstößen unmöglich perfekt ausgerichtet werden können.

Das Experiment

Es sollte möglich sein, auf experimentellem Wege festzustellen, ob sich im rückwärtigen Bereich eines beschleunigten Protons tatsächlich negativ geladene Bereiche ausbilden. Dies wäre der erste Schritt auf dem Weg zu einer niederenergetischen Fusion.

Das Ziel besteht in der Erzeugung von Heckkollisionen zwischen zwei einzelnen beschleunigten Protonen, zwischen einem Proton mit niedriger Geschwindigkeit und einem mit hoher Geschwindigkeit. Sowohl bei der Entwicklung eines entsprechenden Experiments als auch bei der Schaffung einer Umgebung, die derartige singuläre Fusionsereignisse zulässt, ergeben sich diverse Herausforderungen.

Ein Großteil der erforderlichen Versuchsausrüstung steht bereits zur Verfügung, kommt jedoch hauptsächlich im Rahmen von [Hochenergieexperimenten](#) zum Einsatz. Es muss damit gerechnet werden, dass hier eine Reihe von Modifikationen und Verbesserungen vorgenommen werden müssen, um die für ein derartiges Experiment erforderlichen Parameter zu erreichen.

Für das Experiment benötigt man zwei Protonenstrahlen von extrem niedriger Dichte, die beide in die gleiche Richtung laufen, und bei denen sowohl die Dichte als auch die Geschwindigkeit des Strahls im Laufe des Experiments variiert werden können.

Beide Strahlgeschwindigkeiten als auch das Verhältnis zwischen den Hochgeschwindigkeits- und den Niedriggeschwindigkeiten gehören zu den Versuchsvariablen. Idealerweise sollten auch die Strahldichten variabel sein, so dass sich das Verhältnis der Strahldichten von Hochgeschwindigkeits- und Niedriggeschwindigkeitsstrahl umgekehrt proportional zum Verhältnis der Geschwindigkeiten beider Strahlen verhält. Auf diese Weise ließe sich eine Situation schaffen, in der die Ionen aus beiden Quellen den Ort der Fusion in gleicher Anzahl pro Zeiteinheit erreichen würden.

Beide Strahlen könnten nach ihrem Eintritt in einen [Hochenergielinearbeschleuniger](#) mit variabel einstellbarer Energie in geringem Umfang zusammengeführt werden.

Eine Herausforderung wird es sein, in jedem Strahl für einen gleichmäßigen Ionenabstand zu sorgen. Werden beide Strahlen vor ihrem Eintritt in den [Linearbeschleuniger](#) jedoch in einem Ionenspeicherring mit großem Durchmesser stabilisiert, sollte man erwarten dürfen, dass sich die Ionenabstände gleichmäßiger gestalten.

Beim Austritt aus dem Linearbeschleuniger wird der zusammengeführte und beschleunigte Strahl schließlich auf eine Detektionsvorrichtung gelenkt, die in der Lage ist, das „Streumuster“ des Strahls aufzuzeichnen. Ein solches „Streumuster“ entsteht, wenn die Ionen mit der höheren Geschwindigkeit im Linearbeschleuniger mit den Ionen der niedrigeren Geschwindigkeit zusammenstoßen und dadurch von der primären Ziellinie abgelenkt werden.

Die Ausgangsdaten

Es ist jeder einzelne Satz von variablen Einstellungen zu testen, so dass sich für jeden Datenpunkt eines Versuchereignisses ein spezifisches „Streumuster“ ergibt.

Die Ausgangsdaten werden dadurch erhalten, dass sowohl die Dichte als auch die Geschwindigkeit der beiden Strahlen so eingestellt werden, dass beide einem Minimalwert entsprechen und die gleichen Werte aufweisen, ähnlich wie bei der Zusammenführung zweier Strahlen mit gleicher Energie. Der Linearbeschleuniger wird ebenfalls auf seine Minmaleinstellung gesetzt. Es darf erwartet werden, dass das „Streumuster“ infolge der Kollisionen zwischen den Ionen, zu denen es durch die Zusammenführung der beiden Strahlen kommt, recht gering, dafür aber signifikant ausfallen wird.

Bei gleichem Ausgangswert der Strahldichte wird die Energie des Linearbeschleunigers in Schritten von etwa 5 % erhöht, bis dieser auf seine maximale Leistung gebracht ist. Es wird davon ausgegangen, dass sich das „Streumuster“ mit jeder Erhöhung der Energie des Linearbeschleunigers ein wenig abschwächt, da die Anzahl der Kollisionen zwischen den Ionen abnimmt und sich die Zeit, die die Ionen benötigen, um ihr Ziel zu treffen, verringert, was wiederum zu einem schwächeren „Streumuster“ führt.

Die experimentelle Vorgehensweise

Sobald die Ausgangsdaten erstellt wurden, wird die Geschwindigkeit des einen Ionenstrahls schrittweise um einen noch festzulegenden Betrag erhöht, der Strahl stabilisiert und anschließend der gesamte Satz an unterschiedlichen Energieeinstellungen für den Linearbeschleuniger durchgetestet, um auf diese Weise einen zweiten Satz an Datenpunkten zu erstellen.

Zur Erhöhung der Ionengeschwindigkeit wird die des Hochgeschwindigkeitsstrahls schrittweise erhöht und dabei der gesamte Satz an Energieeinstellungen des Linearbeschleunigers durchgetestet. Dieses Verfahren wird anschließend wiederholt durchgeführt.

Die Analyse

Solange der Linearbeschleuniger auf die niedrigste Stufe eingestellt ist, kann davon ausgegangen werden, dass sich für jeden Satz von Datenpunkten mit einem bestimmten Verhältnis von niedriger zu hoher Strahlgeschwindigkeit ein anfängliches „Streumuster“ zeigt. Wird die Energie des Beschleunigers dann erhöht, schwächt sich das „Streumuster“ ab, da die langsameren „Ziel“-Ionen etwas schneller beschleunigt werden als die Ionen mit der höheren Geschwindigkeit, was die Anzahl der Heckkollisionen verringert und das „Streumuster“ somit eher punktförmig werden lässt.

Die Erhöhung der Differenzgeschwindigkeit zwischen beiden Strahlen führt zunächst zu signifikanteren (breiteren) „Streumustern“, weil die Kollisionen erwartungsgemäß energiereicher ausfallen und zu zahlreicheren Ergebnissen im „Streumuster“ führen.

Die verschiedenen „Streumuster“ werden für jeden Satz von Datenpunkten analysiert. Werden keine negativ geladenen Bereiche gebildet, so ist zu erwarten, dass eine Erhöhung der Energie des Linearbeschleunigers dazu führt, dass sich das „Streumuster“ in einem fließenden Übergang von einem breiten zu einem engeren Streumuster verändert.

Kommt es infolge der Beschleunigung der Ionen mit niedriger Geschwindigkeit zur Bildung eines negativ geladenen Bereichs, dann zeigt sich beim Übergang des Streumusters eine leichte Anomalie, die darauf zurückzuführen ist, dass sich das Streumuster bei einer bestimmten Differenzgeschwindigkeit und einer bestimmten Energieeinstellung des Linearbeschleunigers stärker verdichtet als zu erwarten wäre.

Der Grund dafür besteht darin, dass bei der Annäherung eines schnelleren beschleunigten Ions an die Rückseite des langsameren beschleunigten Ions das Vorhandensein eines negativ geladenen Bereichs dazu führen würde, dass die Kollision weniger elastisch ausfällt und das ankommende Ion etwas länger auf der Ziellinie verbleibt, da es von der Rückseite des führenden Protons vorübergehend angezogen und nicht abgestoßen wird. Dadurch werden beide Ionen etwas länger auf der Ziellinie gehalten, was wiederum zu einem engeren Streumuster führt, als zu erwarten wäre.

Ziel des Experiments wäre es, nicht nur herauszufinden, ob sich negativ geladene Bereiche ausbilden, sondern auch, ob es im Experiment einen „Sweet Spot“ gibt, also ein bestimmtes Verhältnis der Differenzgeschwindigkeiten, das im Zusammenspiel mit einer bestimmten Energieeinstellung am Linearbeschleuniger zu einzelnen Fusionsereignissen führen könnte.

Um ein fusionsbildendes Ereignis herbeizuführen, sind möglicherweise Strahldichten, Strahldifferenzgeschwindigkeiten und Einstellungen an den Linearbeschleunigern erforderlich, die mit der heutigen Ausrüstung und Technologie nicht realisierbar sind. Doch jeder experimentelle Nachweis, dass es zur Ausbildung negativ geladener Bereiche kommt, wenn Ionen einer hochenergetischen Beschleunigung ausgesetzt werden, eröffnet die Möglichkeit, dass es sich hierbei um einen lohnenden Zweig der Fusionsforschung handeln könnte.

Wann immer man die Eigenschaften einzelner Protonen untersucht, kommt die [Unschärferelation](#) ins Spiel. Da es unmöglich ist, die Geschwindigkeit, die Position oder die Bewegungsrichtung einzelner Protonen vorherzusagen, zu messen oder genau zu bestimmen, kann die einzige Steuerung nur darin bestehen, die Wahrscheinlichkeit dafür zu erhöhen, dass einzelne Protonen in einem Protonenstrahl über die gewünschten Eigenschaften verfügen. Die Verwendung von Protonenstrahlen geringer Dichte und Energie sollte die Zufälligkeit der Brownschen Bewegung verringern. Dennoch wird es sich als schwierig erweisen, Protonenstrahlen mit [konsistenten](#) Einzelgeschwindigkeiten und Abständen zwischen den Protonen zu erzeugen. Erforderlich ist daher die Entwicklung einer Art von Strahlstabilisierung und -

fokussierung, um die für den Erfolg dieses Verfahrens erforderlichen Strahltypen zu erzeugen. Zur Erzeugung von Strahlen mit gleichmäßigen Protonenabständen und konstanten Geschwindigkeiten sind in einer ersten Entwicklungsphase möglicherweise Zyklotrone mit großem Durchmesser und mit präzise fokussierenden Magnetfeldern erforderlich.

Selbst bei präzisester Steuerung der Variablen ist zu erwarten, dass die Wahrscheinlichkeit für erfolgreiche Fusionsereignisse äußerst gering sein wird. Die übergroße Mehrheit aller möglichen Kollisionen wird zu keinen Fusionsereignissen führen – was aber durchaus wünschenswert sein kann, da das Ziel nicht darin besteht, eine unkontrollierte Fusionsreaktion hervorzurufen, sondern mehrere kleine energieerzeugende Fusionsereignisse zu erzielen. Die Energie, die durch ein einzelnes Fusionsereignis zweier einzelner Protonen erzeugt wird, ist derart gering, dass kein physisches Energieaufnahmegerät damit überfordert wäre. Das Ziel besteht also darin, eine gesteuerte Folge von einzelnen Fusionsereignissen zu generieren, die einem scheinbar kontinuierlichen Ausstoß von Fusionsenergie gleichkommt.

Da die meisten der verwendeten Protonen in diesem Prozess nicht zur Fusion gelangen, können sie wieder in den Prozess zurückgeführt werden, während die schwereren Fusionsprodukte aus dem leichteren Protonenstrahl abgetrennt werden können.

Die Fusion von Deuterium

Bei der Protonenfusion der Stufe 1 handelt es sich nur um eine Möglichkeit. Nach derselben Theorie könnten auch die Reaktionen der Deuteriumfusion möglich sein, wobei hier das viel stabilere Alphateilchen erzeugt und pro Fusionsereignis mehr Energie freigesetzt wird. So wie ein einzelnes Proton wird auch ein Deuteriumion in einer Umgebung von extrem geringer Dichte und mit geringer Energie beschleunigt. Da das Proton im Deuteriumion auf die Beschleunigungskraft reagiert, das Neutron im Deuteriumion jedoch nicht, führt dies dazu, dass das Deuteriumion beschleunigt und die Ionenachse an der Beschleunigungsrichtung ausgerichtet wird (das Proton führt und das Neutron folgt). Dies gilt in jedem Strahl sowohl für die Deuteriumionen mit hoher Geschwindigkeit als auch für jene mit niedriger Geschwindigkeit.

Der negativ geladene, spiralförmige Wirbel, der sich ausbildet, wird für ein Deuteriumion tatsächlich größer sein als für ein Proton, weil das nachlaufende Neutron in einem beschleunigten Deuteriumion aus einem Up-Quark (+2/3 Ladung) und zwei Down-Quarks (2 @ -1/3 Ladung) besteht. Während das Proton in einem Deuteriumion der beschleunigenden Kraft nun als Reaktionspartner dient, werden auch die elektrischen Felder im Neutron von der beschleunigenden Kraft erfasst, wodurch das einzelne positive elektrische Feld in Richtung der Beschleunigung verzerrt wird und die beiden negativen Felder in Richtung der Rückseite bzw. der Rückwärtsrichtung verzerrt werden. Da ein ruhendes Neutron, wenn es denn mit einem beschleunigten Proton in einem Deuteriumion verkoppelt ist, an keinem Punkt des Raumes, von dem das Neutron umgeben ist, eine Nettoladung aufweist, führt jede Beschleunigung eines Deuteriumions am hinteren Ende des nachfolgenden Neutrons zur Ausbildung eines negativ geladenen, spiralförmigen Wirbelbereichs, sofern die Ionenachse in Richtung der Beschleunigung stabilisiert ist, so wie es bei Strahlen von geringer Dichte und niedriger Energie vorkommt, bei denen die Brownsche Bewegung reduziert oder gar eliminiert wurde.

Wenn es gelingt, zwischen zwei beschleunigten Deuteriumionen, eines mit niedriger und eines mit hoher Geschwindigkeit, eine Rückwärtskollision herbeizuführen, wird der negativ geladene Bereich am Ende des führenden Neutrons (im führenden Deuteriumstrahl mit der niedrigen Geschwindigkeit) für jedes beliebige Beschleunigungsniveau größer sein, was die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Fusionsreaktion erhöht und zur Bildung stabiler Alphateilchen führt.

Sicherheit und kommerzielle Anwendungen

Einer der Hauptvorteile der niederenergetischen Fusionstechnologie besteht darin, dass der Prozess zur Herbeiführung einzelner Teilchenfusionen seitens der Teilchen nur niedrige Dichten und geringe Energien erfordert. Aufgrund dieser niedrigen Dichte und Geschwindigkeit sind unkontrollierbare,

katastrophale Kettenreaktionen von Fusionsereignissen ausgeschlossen. Das einzige größere Sicherheitsproblem besteht darin, die Energie der bei den Fusionsereignissen freigesetzten Strahlung abzufangen und zu speichern.

Da die Nettoenergieabgabe durch ein einzelnes Proton-Proton-Fusionsereignis relativ gering ist, dürfte es sich bei den Stromgeneratoren der Low Energy Fusion Technologies (LEFT) um Geräte mit relativ geringer Leistung handeln, mit denen sich eher dezentrale Energielösungen realisieren lassen. Dies verringert den Bedarf an elektrischen Übertragungskapazitäten und sorgt für ein robusteres und zuverlässigeres dezentrales Stromnetz.

Der Großteil der LEFT-Kapazitäten würde zunächst für die Stromerzeugung durch stationäre Einheiten in Privathaushalten, im Gewerbe und in der Industrie zum Einsatz kommen. Eine nächste Generation von LEFT würde dann wahrscheinlich eine stärkere Miniaturisierung und Gewichtsreduzierung mit sich bringen, was den Einsatz von LEFT im Bereich des Transportwesens ermöglichen würde. Die derzeitigen Rahmenbedingungen für eine Weiterentwicklung elektrischer Antriebstechnologien in der Transportbranche sind bestens geeignet, um den Übergang zur Nutzung von LEFT-Energie zu vollziehen.

Wenn man einmal vom Luftverkehr absieht, könnte ein Großteil des weltweiten Energiebedarfs durch unterschiedliche Formen von LEFT abgedeckt werden. Würde man die Nutzung fossiler Brennstoffe auf den Luftverkehr und auf die Verwendung als Rohstoff für verschiedene Produktionsgüter beschränken, würden die vorhandenen fossilen Brennstoffreserven wesentlich länger reichen. Dadurch würden die Kohlenstoffemissionen erheblich reduziert werden, was dazu beitragen könnte, die globalen Umweltschäden der letzten Jahrhunderte rückgängig zu machen.

Der einzige Nachteil einer jeden Fusionstechnologie bestünde darin, dass die Menschen mit der Entwicklung einer kostengünstigen und unerschöpflichen Energiequelle zu ihrem bisherigen verschwenderischen Umgang mit Energie zurückkehren würden, anstatt ihre Bemühungen um eine verstärkte Energieeinsparung fortzusetzen. Keine Energiequelle ist zu 100 % effizient, so dass die mit Hilfe von LEFT geschaffenen Energielösungen, so wie alle anderen Energiequellen auch, Wärme als Abfallprodukt hinterlassen würden. Damit würde die Wärmeverschmutzung zu einem echten Problem werden. Daher müssen mit der Entwicklung von LEFT Energieeinsparung und Effizienz zu Schlüsselementen einer zukünftigen Energiepolitik gemacht werden.

Über den Autor

John Christian Bell ist von Beruf Architekt, interessiert sich aber auch für die [Teilchen-](#) und die [theoretische Physik](#). Aufgewachsen in einer Kleinstadt im Herzen von Missouri, begab sich John weiter ostwärts, um die Taft High School zu besuchen, wo er in die Welt der [Physik](#) eingeführt wurde. Nach seinem Abschluss studierte er an der Rice University Ingenieurwesen, bevor er die Architektur für sich entdeckte, eine Kombination aus [Ingenieurwesen](#), [Kunst](#), [Kreativität](#) und Problemlösung. Er schloss sein Studium an der University of Kansas und der Heriot Watt University/Edinburgh College of Art ab. Die meiste Zeit seiner Karriere verbrachte er in Kansas City bei kleinen und mittelgroßen Architekturbüros. Im Jahr 1988 war er Mitbegründer von Bell/Knott & Associates, Corporate Architecture. Neben dem Design genießt John das Bauen und die Gartenarbeit sowie die Fähigkeit, mit offenem Geist über die Physik, die Kernfusion, den Urknall und andere obskure Themen nachzudenken – ohne Angst haben zu müssen, falsch zu liegen, wenn gar keine Erwartung besteht, richtig zu liegen.