Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 95 (2004)
Heft: 21

Artikel: Das Erdmagnetfeld entsteht durch den Dynamoeffekt
Autor: Tilgner, Andreas
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-858003

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 06.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Das Erdmagnetfeld entsteht durch den Dynamoeffekt

Experimente mit flüssigem Natrium und numerische Simulationen ergänzen sich

Jeder kennt das Erdmagnetfeld, doch wie entsteht es? Numerische Simulationen und Experimente mit flüssigem Natrium lassen darauf schliessen, dass geschmolzenes Metall im Erdkern das Magnetfeld entstehen lässt. Dieses brodelt auf Grund des Temperaturunterschiedes wie Wasser im Kochtopf – nimmt man an. Im Unterschied zum Kochtopf gibt es allerdings keine Gasblasen, die Bewegung entsteht nur durch Konvektion. Über den Dynamoeffekt erzeugt dann das bewegte Metall das Magnetfeld.

Das Magnetfeld der Erde ist uns allen geläufig, die schon mal einen Kompass zur Orientierung verwendet haben. Auch die anderen Planeten in unserem Sonnensystem und die Sonne selbst besitzen ein Magnetfeld – ausser der Venus und dem Mars. Früher war das Erdmagnetfeld vor

Andreas Tilgner

allem in der Navigation von Bedeutung. Heute denkt man mehr an den Schutz vor Sonnenwind und kosmischen Strahlen. Geladene Teilchen, die auf die Erde eintreffen, werden vom Magnetfeld abgelenkt, so dass die Erdoberfläche nur gering von den Strahlen belastet wird. Für Flugzeugpiloten, die viel Zeit in grosser Höhe verbringen, stellt der Teilchenstrom aus dem All bereits ein Gesundheitsrisiko dar, und er ist auch massgebend für die Lebensdauer elektronischer Schaltkreise an Bord von Satelliten. Verändert sich das Magnetfeld, verändert sich auch die Strahlenbelastung.

Dass sich das Erdmagnetfeld verändert, erkennt man bereits daran, dass die Kompassnadel nicht genau auf den geografischen Nordpol zeigt. In Europa variierte diese Abweichung im vergangenen Jahrhundert grob um 0,1 Grad pro Jahr. Die Stärke des Erdmagnetfeldes wird systematisch seit 1830 vermessen – seither hat das Dipolmoment der Erde stetig abgenommen. Extrapoliert man diese Abnahme, kann man davon ausgehen, dass es in 2000 Jahren verschwinden wird. Dies gibt Anlass zu Spekulationen, dass eine Polumkehr eingesetzt hat. Dies ist ein Vorgang, bei dem der magnetische Nord- und Südpol ihre Position vertauschen. Im Laufe der Erdgeschichte hat es zirka 300 solcher Polumkehrungen gegeben – in unregelmässigen Abständen. Die Umkehrung selbst nimmt etwa 1000 Jahre in Anspruch.

Erstarrte Gesteine und Sedimente, die ferromagnetische Teilchen enthalten, liefern uns Informationen über das Magnetfeld in der Vergangenheit, da in einer Schmelze oder Suspension die ferromagnetischen Teilchen längs des Erdmagnetfeldes ausgerichtet werden und diese Ausrichtung im festen Gestein eingefroren bleibt. Aus der Stärke und Orientierung von Gesteinsmagnetisierungen wissen wir, dass das Dipolmoment der Erde auch schon schwächer war als heute, ohne dass daraus eine Polumkehr resultierte. Es ist also nicht sicher, ob in 2000 Jahren eine Polumkehr stattfindet. Eine Polumkehr bedeutet auch nicht, dass wir dem Teilchenstrahl der Sonne voll ausgesetzt sind, denn das Magnetfeld verschwindet nicht – es ändert in erster Linie seine Struktur. Die Strahlenbelastung wird also umverteilt und steigt nur wenig an, da das Magnetfeld während der Umkehr etwas schwächer wird.

Das Magnetfeld entsteht im Erdkern

Wie entsteht das Erdmagnetfeld und weshalb verändert es sich? Dazu muss man den groben Aufbau der Erde kennen. Von der Oberfläche bis zu einer Tiefe von 2900 km erstreckt sich der Mantel, der aus Silikatgestein besteht. Er ist ein schlechter elektrischer Leiter und hat keinen Einfluss auf das Erdmagnetfeld. Darunter befindet sich der Erdkern, der nochmals in einen inneren und einen äusseren Kern unterteilt wird. Der innere Kern, der in einer Tiefe von 5100 km beginnt, ist fest, während der äussere Kern flüssig ist. Auf Grund der Eigenschaften des Kernmaterials geht man davon aus, dass er aus 90% Eisen besteht, der Rest sind leichtere Elemente, die beigemischt sind. Der Temperaturverlauf im Innern der Erde ist eine der am schlechtest bekannten Grundgrössen in der Geophysik, aber mit Sicherheit hat der grösste Teil der Erde eine Temperatur weit jenseits der Curie-Temperatur aller uns bekannten Ferromagnetika. Und über dieser Temperatur kann auch ferromagnetisches Material kein Magnetfeld speichern. Zudem ist ein ferromagnetischer Ursprung des Erdmagnetfeldes auch auf Grund der zeitlichen Variationen unplausibel.

Also muss das Erdmagnetfeld erzeugt werden, indem irgendwo in der Erde ein grosser Strom fliesst. Dies kann nur im metallischen Kern der Fall sein, nicht im isolierenden Mantel. Aber auch der Kern ist kein idealer Leiter, so dass der Strom dissipiert[1)] und zum Erliegen kommt, wenn es keinen Mechanismus gibt, um ihn aufrechtzuerhalten. Tatsächlich würde in Abwesenheit eines Antriebes das Erdmagnetfeld mit einer charakteristischen Zeit von etwa 10000 Jahren abklingen. Aus den Gesteinsuntersuchungen wissen wir aber, dass die Erde seit mindestens einer Milliarde Jahre ihr Feld besitzt.

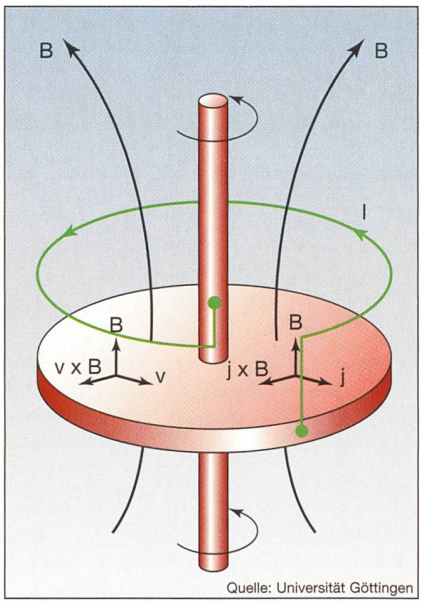

Bild 1 Der Scheibendynamo

Der Draht ist über einen Schleifkontakt mit der sich drehenden Scheibe verbunden. Ein bestehendes Magnetfeld ruft einen Strom durch den Draht hervor, der das Magnetfeld wiederum verstärkt und es so aufschaukelt.

Was also ist dieser Antrieb? Heute nimmt man an, dass der Dynamoeffekt das Magnetfeld aufrechterhält, also die Umwandlung kinetischer in magnetische Energie. Alle anderen Erklärungsversuche, wie etwa Thermoelektrizität, sind daran gescheitert, dass sie unglaubwürdige Materialeigenschaften für den Kern postulieren oder mit der zeitlichen Variation des Erdmagnetfeldes nicht vereinbar sind.

Magnetfeld schaukelt sich auf

Wie kann die Bewegung eines elektrisch neutralen Leiters ein Magnetfeld erzeugen? Die wesentlichen Merkmale des Dynamoeffektes lassen sich am einfachsten anhand des Scheibendynamos erläutern (Bild 1). Er ist ganz aus Metall gebaut und besteht aus einer Scheibe, die sich um eine Achse dreht. Zusätzlich ist ein Draht nötig, der über Schleifkontakte mit dem Rand der Scheibe und der Achse verbunden ist. Nehmen wir an, dass ein schwaches magnetisches Saatfeld vorhanden ist (wie im Bild angedeutet). Auf Grund dieses Feldes und der Bewegung der Scheibe entsteht ein elektrisches Feld, das überall senkrecht zu den lokalen Magnetfeld- und Geschwindigkeitsvektoren steht. Mit Hilfe der Dreifingerregel (Daumen = Geschwindigkeit, Zeigefinger = Magnetfeld, Mittelfinger = elektrisches Feld) überzeugt man sich leicht davon, dass das elektrische Feld überall in der Scheibe von der Achse zum Rand zeigt. In der Zeichnung wird repräsentativ für einen Punkt der Scheibe die lokale Geschwindigkeit $\vec{v}$, das lokale Magnetfeld $\vec{B}$ und die Richtung der Kraft auf positive Ladungsträger gezeigt, die parallel zu $\vec{v}\times\vec{B}$ gerichtet ist. Deswegen wird ein elektrischer Strom durch den Draht getrieben, der wiederum ein Magnetfeld hervorruft. Der Draht ist so gewunden, dass sich dieses Magnetfeld konstruktiv mit dem ursprünglichen Saatfeld überlagert, also ein stärkeres Gesamtfeld entsteht. Den Dynamoeffekt kann man sich als eine Verstärkung mit positiver Rückkopplung vorstellen: Das Gesamtfeld erzeugt nun ein stärkeres elektrisches Feld in der Scheibe und deswegen einen grösseren Strom in der Drahtschleife. Dadurch entsteht ein noch stärkeres Magnetfeld, das wiederum einen noch grösseren Strom verursacht und so weiter.

Der Verstärkung steht die Dissipation durch die elektrischen Widerstände der Scheibe und des Drahtes gegenüber. Ohne Rotation der Scheibe würde das Saatfeld mit einer Zeitkonstante verschwinden, die durch die Induktivität und den Widerstand von Scheibe und Schleife festgelegt ist. Eine Verstärkung tritt nur dann auf, wenn sich die Scheibe schnell genug dreht, so dass diese Abklingrate kleiner ist als die Anwachsrate im oben beschriebenen Verstärkungsmechanismus. Der Scheibendynamo demonstriert die wichtigsten Eigenschaften aller Dynamos:

- Es ist ein (beliebig kleines) Saatfeld nötig, um den Mechanismus zu starten,
- die Bewegung des Leiters muss schnell genug sein, um die Verstärkung des Feldes zu ermöglichen, und
- ein Dynamo kann ein Feld sowohl in der einen als auch der entgegengesetzten Richtung erzeugen. Bild 1 mit umgedrehten Pfeilen für Strom und Magnetfeld liefert ebenfalls ein konsistentes Bild. Innerhalb der Dynamotheorie müssen also keine grossen Umwälzungen im Erdkern vorausgesetzt werden, um die Polumkehrungen zu erklären.

Das beschriebene Bild lässt zwei Szenarien zu: Entweder verschwindet das Saatfeld (wenn die Scheibe zu langsam rotiert), oder es wächst ohne Grenzen. Letztere Möglichkeit ist unphysikalisch und rührt daher, dass wir die Bewegung der Scheibe als gegeben vorausgesetzt haben. In Wirklichkeit aber erzeugt das Magnetfeld ein Drehmoment auf die Scheibenachse. In der Scheibe ist die Stromdichte $\vec{j}$ in etwa radial gerichtet (auf Grund des Schleifkontaktes muss in Nähe des Scheibenrandes die wahre Stromverteilung anders aussehen). Dies führt zu einer Kraft proportional zu $\vec{j}\times\vec{B}$, die die Scheibendrehung bremst (im Bild exemplarisch für einen Punkt eingetragen). Damit der Dynamo läuft, muss also ein externes, antreibendes Drehmoment zur Verfügung stehen, und das Magnetfeld kann nur so lange wachsen, bis dieses Drehmoment im Gleichgewicht mit dem magnetischen Drehmoment steht.

Zwei Fragestellungen werden unterschieden: Im so genannten «kinematischen» Dynamoproblem wird von einer

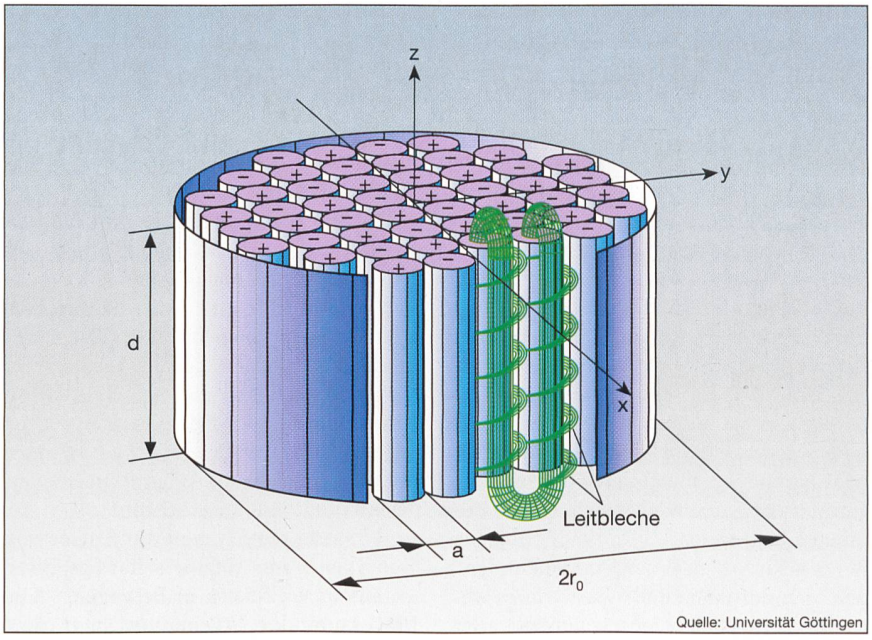

Bild 2 Aufbau des Karlsruher Experiments

Die innere Struktur der Zellen sowie die Umlenkrohre sind für zwei Zellen im Vordergrund gezeigt. Die eingezeichneten Vorzeichen geben die Strömungsrichtung längs der z-Achse in der jeweiligen Zelle an. Die Abmessungen sind: a = 0,21 m, d = 0,95 m und $2r_0$ = 1,9 m.

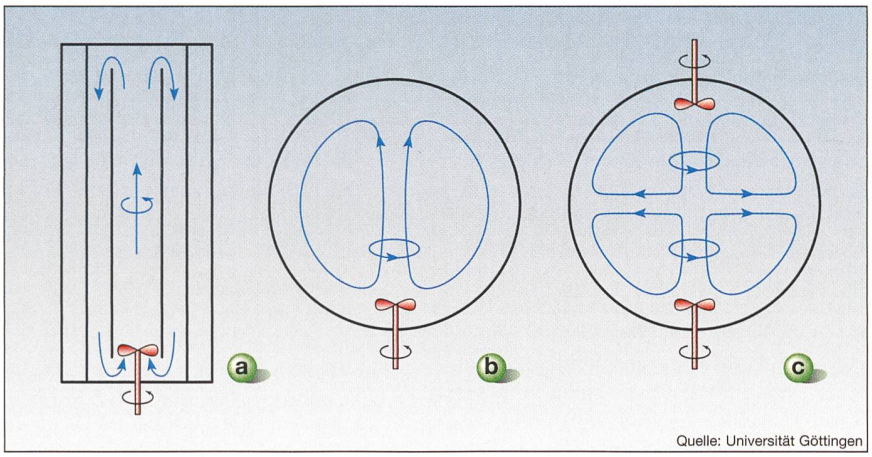

Bild 3 Experiment von Riga (a)

Die Abbildung ist nicht massstabsgetreu. Bei gleichem Durchmesser müssten die Rohre etwa dreimal so lang gezeichnet werden. Die Teilbilder b und c zeigen Strömungen, die mit einem, bzw. zwei Propellern erzeugt werden können. Diese Strömungen sind symmetrisch um die Propellerachse.

vorgegebenen Bewegung gefragt, ob sie Magnetfelder verstärken kann. Im «dynamischen» oder «vollen» Dynamoproblem wird nicht eine Bewegung, sondern ein Antrieb vorgegeben. Dann ist auch die Frage nach einer Sättigungsfeldstärke sinnvoll.

Der Erdkern ist ein massiver Kurzschluss

Die Wirkung des Scheibendynamos beruht auf der speziellen Führung des Drahtes. Wäre der Draht mit dem umgekehrten Wicklungssinn um die Achse geführt worden, so würde der Scheibendynamo nicht funktionieren. Der Erdkern ist aber elektrisch homogen und kann nicht elektrische Ströme auf spezielle Pfade zwingen, wie das der Draht im Scheibendynamo tut. Vom technischen Standpunkt aus betrachtet ist der Erdkern bloss ein massiver Kurzschluss. Deshalb wurde bis 1958 angezweifelt, ob der Dynamoeffekt überhaupt eine tragbare Theorie zur Entstehung planetarer und stellarer Magnetfelder ist. Dynamos in einem elektrisch homogenen Medium werden als «homogene» Dynamos bezeichnet, um sie von Apparaten wie dem Scheibendynamo zu unterscheiden.

Der Zweifel an der Existenz homogener Dynamos wurde durch «Antidynamotheoreme» genährt. Die Basis aller theoretischen Überlegungen bildet die Induktionsgleichung, die die zeitliche Entwicklung eines Magnetfeldes in einem elektrischen Leiter beschreibt. Sie leitet sich aus den Maxwellgleichungen ab, unter den Annahmen, dass alle Bewegungen langsam sind gegenüber der Lichtgeschwindigkeit und dass im Bezugssystem des Leiters das Ohm'sche Gesetz gilt (Stromdichte ist proportional zum elektrischen Feld). Antidynamotheoreme sind aus der Induktionsgleichung abgeleitete, mathematisch rigorose Aussagen, die in manchen Situationen die Entstehung eines Magnetfeldes ausschliessen. Knapp zusammengefasst besagen diese Theoreme, dass ein homogener Dynamo nie einfach ist. Auf dem Weg vom Scheibendynamo zum homogenen Dynamo hat man die räumliche Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit vereinfacht. Als Preis dafür muss die Geometrie des Geschwindigkeits- und Magnetfeldes komplexer werden. Insbesondere kann man zeigen, dass ein homogener Dynamo niemals ein achsensymmetrisches Feld erzeugen kann. Da der grösste Bestandteil des Erdfeldes, nämlich der Dipolanteil, eine Symmetrieachse besitzt, schien es nur eine Frage der Zeit, bis man sich davon überzeugen sollte, dass die Erde kein Dynamo ist.

Die Situation änderte sich schlagartig im Jahre 1958, als zwei voneinander unabhängige Beispiele für homogene Dynamos gefunden wurden. Diese Beispiele waren rein mathematisch, und die postulierten Bewegungen hatten keinen Zusammenhang mit dem Erdkern. Trotzdem wuchs schnell die Zuversicht, dass der Dynamoeffekt für das Erdmagnetfeld verantwortlich ist, und schnell wurden die konkurrierenden Erklärungsversuche zu den Akten gelegt.

Es sprudelt wie im Kochtopf

Wie sieht der Dynamo im Erdkern im Detail aus? Was setzt das flüssige Eisen im äusseren Erdkern in Bewegung? Die Präzession der Erdrotationsachse mag eine Rolle spielen, aber höchstwahrscheinlich ist die Konvektion hauptverantwortlich. Mögliche Ursachen für Konvektionsströmungen sind:

- Die Abkühlung der Erde seit ihrer Entstehung. Die äusseren Schichten kühlen zuerst ab, wodurch ein Temperaturgradient entsteht.
- Die latente Wärme, die beim Wachstum des inneren Kerns frei wird. Da die Erde auskühlt, der hydrostatische Druck aber konstant bleibt, muss ein immer grösserer Teil des Kerns gefrieren. Die dabei freigesetzte Wärme steht als Antrieb zur Verfügung.
- Der äussere Kern enthält auch leichte Elemente, die beim Kristallisieren an der Oberfläche des inneren Kerns in der Schmelze verbleiben und zu einer instabilen Schichtung beitragen. Ein Teil dieser leichten Elemente könnte ^{40}K sein, dessen radioaktiver Zerfall Wärme freisetzt.

Die genauen Einzelheiten, wie der Auftrieb entsteht, sind zum Glück nicht so wichtig für die Form des angefachten Geschwindigkeitsfeldes. In Computersimulationen konnten auftriebsgetriebene Dynamos simuliert werden, die Ähnlichkeiten mit dem Geodynamo aufweisen, insbesondere was die Form des Magnetfeldes anbetrifft, aber auch Polumkehrungen konnten simuliert werden. Eine anschauliche Darstellung der Magnetfeldentstehung, wie sie eingangs für den Scheibendynamo gegeben wurde, ist für diese Dynamos nicht möglich. Eine Beschreibung der theoretischen Ansätze würde den Rahmen dieser Übersicht sprengen. Eine knappe Einführung findet sich in [1]. Es sei bloss erwähnt, dass helikale Strömungen eine wesentliche Rolle spielen, in denen einzelne Fluidpartikel sich längs Schraubenlinien bewegen. Der Coriolis-Effekt spielt hier eine wichtige Rolle. Diesen kennt man am ehesten von den Windrichtungen auf den Wetterkarten, die auf der Nordhemisphäre alle so abgelenkt werden, dass sie sich im Gegenuhrzeigersinn um die Tiefdruckgebiete drehen.

Das Erdinnere wird simuliert

Noch ist es nicht möglich, eine direkte numerische Simulation des Erdkernes durchzuführen. Die Strömung darin besteht aus zu vielen kleinen Wirbeln, als dass man sie alle in einem Computer erfassen, geschweige denn ihre zeitliche Entwicklung berechnen könnte. Dasselbe Problem haben Meteorologen und Klimatologen, die die Bewegung von Wolken und Meeresströmungen berechnen wollen. Eine wesentliche Ergänzung zu numerischen Simulationen sind deswegen Laborexperimente. In diesen lassen sich turbulente Strömungen realisieren, die numerisch nicht zugänglich sind. Ande-

rerseits gibt es noch keine Experimente in rotierenden Gefässen, obwohl wir aus den Simulationen wissen, dass die Corioliskraft, die in diesen Gefässen entsteht, wesentlich ist.

Die Experimente verwenden als flüssigen Leiter Natrium bei 120 °C. Unter den Metallen, die sich bei tiefen Temperaturen verflüssigen, ist Natrium der beste Leiter. Ausserdem hat es dieselbe kinematische Viskosität wie Wasser bei Raumtemperatur, so dass Apparate zuerst mit Wasser getestet und optimiert werden können. Zudem steht die Technologie zur Verfügung, um grosse Mengen flüssigen Natriums zu handhaben, da es auch zur Kühlung schneller Brüter eingesetzt wird.

Ein Experiment, das am Forschungszentrum Karlsruhe betrieben wird, besteht aus einem zylindrischen Gefäss (Durchmesser etwa 2 m, Höhe 1 m), das in 52 Zellen unterteilt ist (Bild 2). Das gesamte Volumen ist mit Natrium gefüllt. Pumpen sorgen dafür, dass die 52 Zellen durchströmt werden; jede Zelle besteht aus zwei Rohren. Das innere Rohr ist eine Seele, in der das Natrium geradeaus fliesst. Im Zwischenraum wird das Natrium durch Leitbleche auf helikale Bahnen gezwungen. Die Enden einer jeden Zelle sind mit je einer Nachbarzelle verbunden. Die gesamte Strömung ist also ein Gitter aus 52 rechtshändigen Schrauben, wobei in der Hälfte der Zellen das Natrium aufwärts fliesst, in der anderen abwärts. Um das Magnetfeldes zu erzeugen sind Strömungsgeschwindigkeiten von 4 bis 5 m/s nötig. Rohre und Leitbleche sind aus rostfreiem Stahl, so dass die elektrische Homogenität des Aufbaus annähernd erhalten bleibt. Als Saatfeld können das Erdmagnetfeld oder durch Spulenpaare angelegte Felder dienen. Das experimentelle Strömungsbild erinnert an die Strömung in einer Hemisphäre eines Planetenkerns, wie wir sie aus den numerischen Simulationen kennen.

1980 erstes Experiment

Der erste Versuch, einen homogenen Dynamo mit flüssigem Natrium zu bauen, wurde in Riga in den 80er-Jahren unternommen. Dabei handelt es sich um drei koaxiale Rohre (Bild 3). Im inneren Rohr bewegt sich das Natrium längs schraubenförmiger Stromlinien (wenigstens im Mittel, da die Strömung turbulent ist). Im mittleren Rohr findet die Rückströmung statt, die das Natrium vom Ausgang des inneren Rohres wieder zu dessen Eingang führt. Im Aussenrohr schliesslich befindet sich ruhendes Natrium. Die Länge der Rohre (3 m) beträgt etwa das 25fache des Radius des Innenrohrs.

Oberflächlich sieht diese Strömung wie eine einzelne Zelle des Karlsruher Experiments aus. Die Verstärkung des Magnetfeldes geschieht in den beiden Experimenten aber auf unterschiedliche Art. Der Aufbau in Karlsruhe basiert auf einer Skalentrennung, ähnlich wie in Modellen des Geodynamos: Das Gesamtgefäss ist viel grösser als die einzelnen Zellen. Der Versuch in Riga beruht darauf, dass die Strömungsgeschwindigkeit am Rand des Innenrohrs einen grossen Sprung macht.

Das ursprüngliche Experiment in Riga wurde 1987 beim eigentlichen Experiment, nach jahrelangen Vorbereitungen, durch mechanische Vibrationen zerstört. Diese traten auf Grund der hohen Strömungsgeschwindigkeiten auf, die zur Erregung des Magnetfeldes nötig gewesen wären. Der Zwischenfall unterstreicht die technischen Schwierigkeiten, die mit Dynamoexperimenten verbunden sind. Inzwischen wurde eine verbesserte Version des Experiments aufgebaut, die im Jahr 1999 ein selbsterregtes Magnetfeld erzeugte – im gleichen Jahr wie das Karlsruher Experiment.

Das Verdienst der Experimente in Riga und Karlsruhe besteht darin, den Dynamoeffekt überhaupt demonstriert zu haben. Ausserdem ermöglichen sie die Untersuchung des Sättigungsmechanismus des anwachsenden Magnetfeldes und der Wirkung der Turbulenz. Auf Grund ihrer mechanischen Struktur schränken allerdings beide Experimente die Bewegung des Natriums ein – es kann nicht in eine beliebige Richtung fliessen, wenn entsprechende Kräfte wirken. Diese Beobachtung motiviert eine zweite Generation von Experimenten, die in Madison, Maryland und Cadarache (Frankreich) gebaut werden. Diese Aufbauten sind Variationen der in Bild 3 skizzierten Versuche: Natrium in einer Kugel oder einem Zylinder wird durch ein oder zwei gegen- oder gleichläufige Propeller gerührt. Solche Experimente sind bereits mit Natrium betrieben worden, haben bisher aber noch kein selbsterregtes Magnetfeld hervorrufen können.

Die Kombination von Experiment und Simulation ist ein viel versprechender Weg, um den Geodynamo besser zu verstehen. So konnte kürzlich mithilfe der Daten aus dem Karlsruher Experiment, gekoppelt mit Simulationen konvektiv getriebener Dynamos, eine verbesserte Abschätzung der Leistung gegeben werden, die der Geodynamo dissipiert [2]. Auch künftig sollte das Wechselspiel aus Experiment und Simulation zu realistischeren Modellen des Geodynamo führen.

Referenzen

[1] U. Christensen, A. Tilgner: Der Geodynamo. Physik Journal 1, 41–47 (2002)

[2] U. Christensen, A. Tilgner: Power requirement of the geodynamo from ohmic losses in numerical and laboratory dynamos. Nature 429, 169–171 (2004)

Angaben zum Autor

Prof. Dr. ***Andreas Tilgner*** hat in Darmstadt und Grenoble studiert und promoviert. Nach Aufenthalten in Princeton und Bayreuth ist er seit 2001 Professor am Institut für Geophysik der Universität Göttingen. Zu seinen Interessensgebieten gehören geophysikalische Strömungsmechanik und insbesondere der Dynamoeffekt.

Institut für Geophysik, Universität Göttingen,
D-37075 Göttingen,
andreas.tilgner@geo.physik.uni-goettingen.de

[1] dissipieren: Energie wird in Wärme umgewandelt

Le champ magnétique terrestre est dû à l'effet de dynamo

Les expériences au sodium liquide et les simulations numériques se complètent

Tout le monde connaît le champ magnétique terrestre, mais à quoi est-il dû? Les simulations numériques et les expériences au sodium liquide permettent de conclure que du métal fondu dans le noyau terrestre engendre le champ magnétique. Sous l'effet de la différence de température, ce métal est en ébullition comme l'eau dans la casserole – pense-t-on. Mais contrairement à l'eau en ébullition, il n'y a pas de bulles de gaz et le mouvement ne se fait que par convection. Et par effet de dynamo, le métal fait apparaître le champ magnétique.