

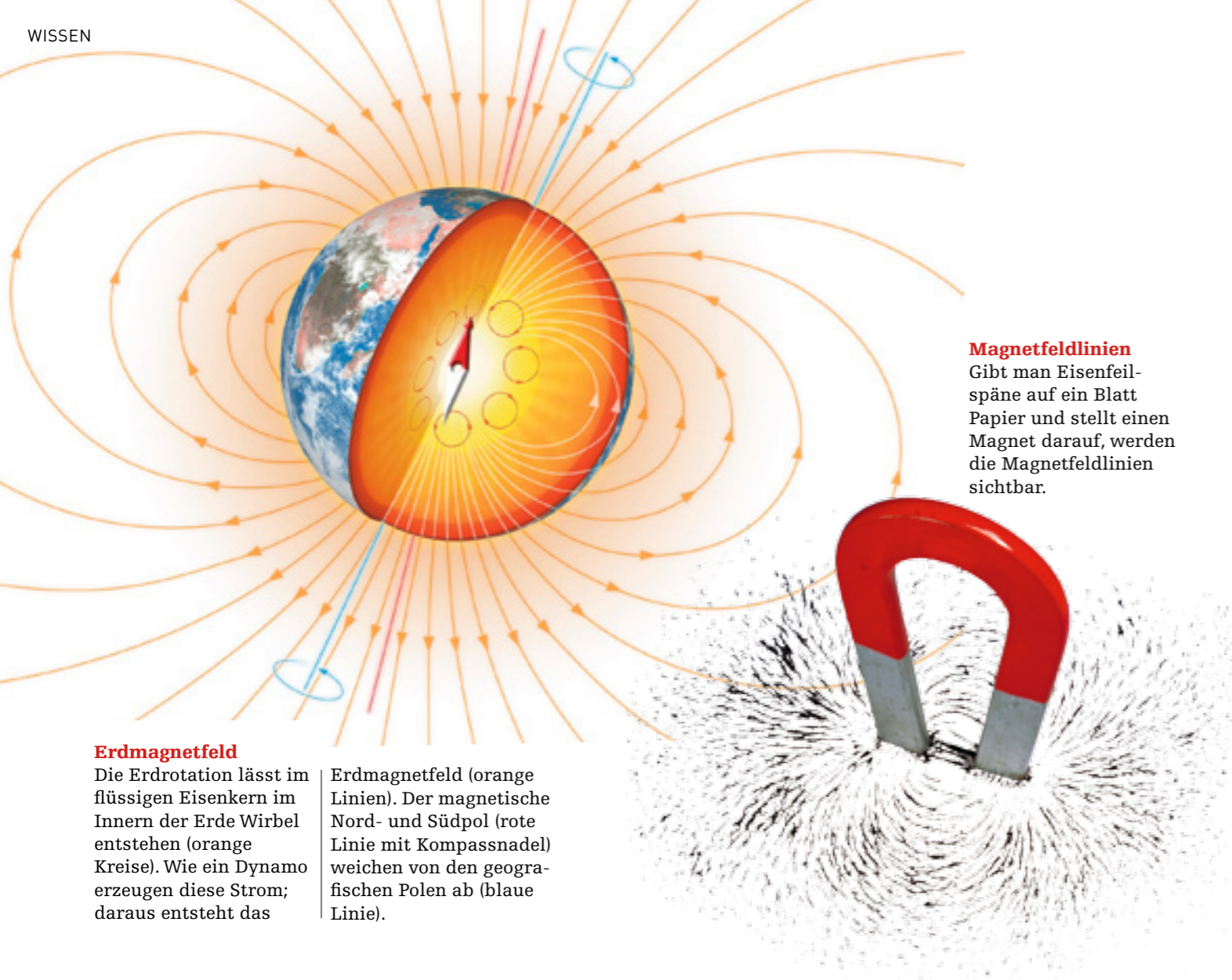
# LEITENDE KRAFT

Vögel finden ihren Weg nach Süden, die Lokomotive kommt in Fahrt, der Fernseher funktioniert auf Knopfdruck. All das ist nur möglich dank **MAGNETISMUS**, einer anziehenden Energie.

Text Hans-Martin Bürki-Spycher



**Zug der Gänse.** Auf ihren Flügen ins Winterquartier und im Frühling wieder zurück orientieren sich Zugvögel, wie diese Gänse, am Erdmagnetfeld.



#### Magnetfeldlinien

Gibt man Eisenfeilspäne auf ein Blatt Papier und stellt einen Magnet darauf, werden die Magnetfeldlinien sichtbar.

#### Erdmagnetfeld

Die Erdrotation lässt im flüssigen Eisenkern im Innern der Erde Wirbel entstehen (orange Kreise). Wie ein Dynamo erzeugen diese Strom; daraus entsteht das

Erdmagnetfeld (orange Linien). Der magnetische Nord- und Südpol (rote Linie mit Kompassnadel) weichen von den geografischen Polen ab (blaue Linie).

**U**nbeirrt fliegen die Gänse geradeaus. Wie an einer unsichtbaren Schnur gezogen, scheinen sie den Weg zu ihrem Ziel, das noch Tausende Kilometer entfernt ist, genau zu kennen. Doch woher? Auf ihrem Zug, der sie jeweils im Herbst von Norden nach Süden führt und im Frühling wieder zurück, spielt das Magnetfeld der Erde eine wichtige Rolle. Darin sind sich die Forscher heute einig. Doch wie die Vögel dieses wahrnehmen, ist weiterhin unklar.

Der Magnetismus, diese Kraft, die wir weder sehen noch hören und die uns doch

ständig umgibt – diese Kraft beeinflusst nebst Vögeln auch andere Tiere. Und sie hat eine enorme Bedeutung für unser tägliches Leben. Ohne Magnete würden wir technisch noch im Mittelalter leben.

Der deutsche Zoologe Wolfgang Wiltschko stellte 1965 fest, dass seine Rotkehlchen im Kellerlabor der Uni Frankfurt im Herbst, zur Zeit des Vogelzugs, unruhig wurden. Sie hüpfen in ihrem Käfig stets in die gleiche Richtung: nach Südwesten. Der Raum war ohne Fenster, die Vögel konnten sich also nicht an der Sonne oder an den Sternen orientieren.

Der Forscher vermutete bei den Rotkehlchen einen inneren Kompass – ausgerichtet am Erdmagnetfeld – und machte sich daran, seine Theorie zu beweisen.

Die Erde ist ein einziger riesiger Magnet, mit einem magnetischen Nord- und einem magnetischen Südpol. Ähnlich wie eine Batterie einen Plus- und einen Minuspol hat. Die Kompassnadel unterliegt der Kraft dieses Feldes und zeigt nach dem magnetischen Norden. Um zu beweisen, dass auch die Rotkehlchen dieses Magnetfeld spüren und sich daran orientieren, erzeugte Wolfgang Wiltschko mit einer elektrischen Apparatur ein künstliches Magnetfeld um seinen Vogelkäfig herum. In diesem Feld konnte er Norden und Süden an beliebigen Orten festlegen. Und siehe da: Die Versuchsvögel hüpfen und flatterten stets in die Richtung, die ihnen das künstliche Magnetfeld als Südwesten vorgaukelte. ➔



«Das flüssige Erdinnere ist ständig in Bewegung, entsprechend verschieben sich die Pole.»

William Lowrie, emeritierter Geophysikprofessor



#### Polarlichter über Island.

Das Erdmagnetfeld dient auch als Schutzschild. Es wehrt kosmische Teilchen ab, die von der Sonne Richtung Erde weggeschleudert werden. 400 bis 70 Kilometer von der Erde entfernt prallen sie auf Luftmoleküle und bringen diese zum Leuchten. Diesen Lichtvorhang nehmen wir als Polarlicht wahr.



**Rotkehlchen-Experiment**

1965 entdeckte ein deutscher Zoologe in einem Versuch mit Rotkehlchen, dass die Vögel einen inneren Kompass haben, der sich am Erdmagnetfeld ausrichtet.



**Futtern auf der Nord-Süd-Achse** Auch Kühe scheinen die Kraft des Erdmagnetfeldes zu spüren. Sie richten sich beim Grasens in nordsüdlicher Richtung aus.

**Fühlen mit Fühlern**

Die nordamerikanischen Monarchfalter nehmen mit einem Organ in ihren Fühlern das Erdmagnetfeld wahr. Es dient ihnen als Wegweiser auf ihrem 4000 Kilometer langen Flug in den Süden.



Auch Kühe scheinen einen Sinn für das Erdmagnetfeld zu haben. Das entdeckte 2008 der Zoologe Hynes Burda von der deutschen Universität Essen. Er analysierte über 300 Luftbilder von Viehweiden, auf denen rund 8500 Kühe grasen. Die Auswertung zeigte: Die Kühe richteten sich auf einer Nord-Süd-Achse aus. Einzig in der Nähe von Starkstromleitungen war die Ausrichtung der Herden nicht eindeutig. Vermutlich weil die Leitungen das Magnetfeld störten. Warum sich Kühe nach dem Erdmagnetfeld ausrichten, ist nicht bekannt.

**Strom aus dem Erdinnern**

Wieso es überhaupt ein Erdmagnetfeld gibt, hingegen schon. «Der äussere Erdkern, in einer Tiefe von über 2900 Kilometern, besteht aus Eisen», erklärt William Lowrie, emeritierter Professor für Geophysik an der ETH Zürich. Die hohe Temperatur in dieser Tiefe lasse das Eisen schmelzen. Durch die Erdrotation entstehen Wirbel in dieser elektrisch leitenden

Eisenschmelze. Ähnlich wie in einem Fahrrad-Dynamo erzeugt dies Strom. Und wo Strom fliesst, gibt es auch ein Magnetfeld.

**Griechen entdeckten Magnetismus**

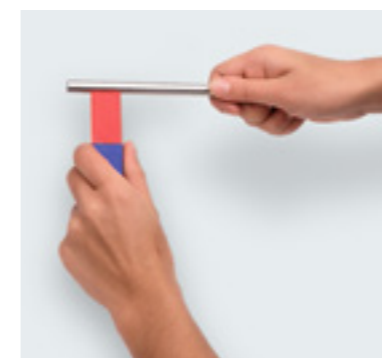
An der Oberfläche ist das Erdmagnetfeld nur noch schwach. Viel stärker wirkt hier magnetisches Gestein. Das merkten die Menschen bereits in der Antike. Der Legende nach soll ein griechischer Hirte mit seinen Schafen in den Bergen unterwegs gewesen sein, als er plötzlich kaum noch vorwärtskam. Seine Füsse schienen am Boden zu kleben, ebenso sein Hirtenstab. Die Nägel in den Sandalen und die Metallspitze des Steckens wurden vom magnetischen Fels angezogen. Ob es sich so zugeht hat oder nicht – Tatsache ist, dass die alten Griechen den Magnetismus entdeckten und ihm auch den Namen gaben. Nach der Landschaft Magnesia, wo das wundersame Gestein besonders häufig vorkam, schufen sie die Begriffe «Magnetit» (für die Gesteinsart) und «Magnet».

Die mystische Kraft des Magnetismus war auch Anlass zu Aberglaube. Die Menschen in Europa glaubten, dass ein Schmuckstück aus Magnetit die Liebe einer anderen Person auf den Träger ziehen könne. Sie sprachen magnetischem Material Heilkraft zu. Es sollte gegen Rheuma, Gicht und Haarausfall helfen. Auch die Chinesen benützten magnetisches Gestein für medizinische Zwecke oder für die Wahrsagerei. Sie entdeckten zudem, dass ein schwimmend in einer Schale gelagerter Magnet immer in Nord-Süd-Richtung zeigt. Daraus entwickelten sie um das Jahr 1000 den magnetischen Kompass, der sich über Arabien nach Europa verbreitete.

**Der wandernde Nordpol**

Der Kompass leistete vor allem in der Schifffahrt wertvolle Dienste, ohne dass die Seefahrer wussten, wie er funktionierte. Zu Zeiten von Kolumbus nahmen sie an, die Kompassnadel würde vom Polstern angezogen, der am nördlichen Him-

**Magnetismus – drei Experimente für Probierfreudige**



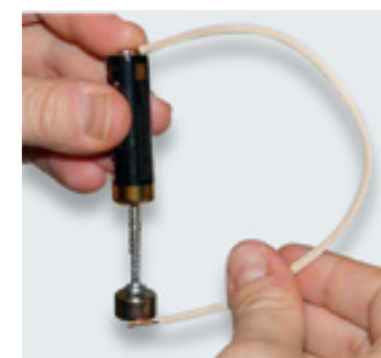
**Magnetisieren**

Wird ein Nagel mehrmals in die immer gleiche Richtung über einen Magnet gestrichen, bekommt er Anziehungskraft.



**Stabilisieren**

Ein Stabmagnet, aufgehängt an einem Faden, wird zum Kompass umfunktioniert. Er zeigt immer zum magnetischen Nordpol.



**Mobilisieren**

Für den einfachsten Motor der Welt braucht es: 1 Batterie, 1 Draht, 1 Schraube, 1 Magnet. Die Schraube an den Magnet heften. Die Schraubenspitze mit dem Minuspol der Batterie verbinden. Die eine Seite des Drahtes mit dem Zeigefinger an den Pluspol der Batterie halten. Mit der anderen Seite des Drahtes den Magnet an der Seite berühren. Schon beginnt der Motor zu rotieren.

mel an fester Position verblieb, während der Rest des Himmels sich um ihn drehte.

Die Kompassnadel zeigt nicht immer in die gleiche Richtung. Grund dafür ist der magnetische Nordpol, der stets auf

Wanderschaft ist. «Das flüssige Erdinnere ist in ständiger Bewegung, entsprechend verschieben sich auch die Pole», sagt Geophysikprofessor William Lowrie. Die Polwanderung kann Dutzende Kilometer pro



**Kraftpakete**

Magnete, hergestellt aus Eisen, Bor und dem seltenen chemischen Element Neodym, sind zehnmal stärker als herkömmliche Magnete.



**Starkes Stück**

Der Neodym-Magnet, kleiner als ein 10-Rappen-Stück, trägt bereits eine Last von einem Kilogramm.



**Kraftmaschine** Auf dem Schrottplatz hilft ein Elektromagnet Alteisen sortieren. Aktiviert und deaktiviert wird die magnetische Scheibe durch Ein- und Ausschalten von Strom.

Jahr betragen. In prähistorischer Zeit tauschten der magnetische Nord- und Südpol in zeitlichen Abständen von vielen Jahrtausenden gar ihre Plätze. Das schliesen die Forscher aus erstarrter Lava, deren magnetische Gesteinsbrocken quasi eine Momentaufnahme des damals herrschenden Magnetfeldes zeigen.

Nur wenige Metalle wie Eisen, Nickel, Kobalt sind magnetisch. Dabei richten sich die Atome im Metall nach dem Erdmagnetfeld in Nord-Süd-Richtung aus. «Auch wenn der Magnet in der Mitte zersägt wird, hat jede der beiden Hälften nach wie vor einen Nord- und einen Südpol», sagt William Lowrie. Man kann die Stücke beliebig klein machen, das Resultat bleibt immer dasselbe.

Neben diesen sogenannten Permanentmagneten gibt es auch temporäre

Magnete, die nur eine bestimmte Zeit lang magnetisch sind. Wie zum Beispiel die vom Menschen hergestellten Elektromagnete. Jeder Elektromotor basiert auf Elektromagneten, die eine Spule zum Drehen bringen. Vom Rasierapparat über den Mixer bis hin zur Lokomotive – ohne Magnetismus läuft nichts. Ebenso wenig würden Radio, Fernsehen, Handy oder GPS funktionieren.

**Material für Industrie und Bastler**

Doch auch Permanentmagnete erleben seit ein paar Jahren einen wahren Boom: «Vielen Menschen dürfte kaum bewusst sein, wo überall Magnete drinstecken», sagt Marion Zollinger, Geschäftsführerin der Firma Webcraft AG in Uster ZH. Das Unternehmen beliefert mit seinem Internet-Shop ganz Europa mit Magneten. Der

Renner sind sogenannte Neodym-Magnete, die zehnmal stärker sind als konventionelle Wandtafelmagnete. Ein Magnet von der Grösse eines Zehnrapenstücks vermag bereits eine Last von mehreren Kilogramm Gewicht zu halten.

Wer diese Kraft mit eigenen Händen spürt, ist beeindruckt. Die kleinen Kraftprotze finden zum Beispiel Anwendung als Verschlüsse von Handyhüllen, Handtaschen oder Kartonmappen. In einem modernen Auto stecken heute bis zu siebzig Magnete.

Die Firma Webcraft beliefert aber nicht nur die Industrie. Auch Bastler erfreuen sich zunehmend an diesen Magneten. «Werk- und Handarbeitslehrerinnen sind gute Kundinnen», sagt Marion Zollinger. Auf der Firmenwebsite können Kunden ihre gebastelten Werke präsentieren und

dabei auch gleich Tipps und Tricks weitergeben. Über 700 Projekte sind bereits angeschaltet. Vom frei schwebenden Kreisel über selbsthaftende Fliegengitter bis hin zu magnetischen Halskettenverschlüssen ist fast alles zu finden.

Über tausend Artikel lassen sich bei der Firma Webcraft bestellen. Runde und eckige, flache und kugelige Magnete in unterschiedlichsten Grössen. Magnetische Knete, magnetische Flüssigkeit, magnetisches Klebeband. Der extrastarke Schatzsuchermagnet lässt die Herzen derjenigen höher schlagen, die gerne in trüben Gewässern nach Metall fischen.

So faszinierend die starken Magnete sind, gilt es doch zu beachten, dass sie kein Spielzeug für kleine Kinder sind. Sie sollten auf keinen Fall verschluckt werden. Ein einzelner Magnet ist zwar harmlos, aber sobald mehrere nacheinander verschluckt werden, klemmen sie sich



**«Vielen Menschen dürfte kaum bewusst sein, wo überall Magnete drinstecken.»**

Marion Zollinger, Geschäftsführerin Webcraft

durch die Darmwand zusammen. «Auch Teenager sollten besser keine Mutproben machen, indem sie sich Magnete an die Lippen oder ans Ohrfläppchen klemmen», warnt Marion Zollinger. Sie spricht aus Erfahrung: Jeder in der Firma habe sich schon mal die Finger eingeklemmt.

Im Körper der Zugvögel sind die körpereigenen Mini-Magnete überlebenswichtig. Vor wenigen Monaten wollen chinesische Forscher erkannt haben, wie die Zugvögel das Erdmagnetfeld wahrnehmen. Sie haben aus der Netzhaut von Tauben ein Protein isoliert, das Eisen ent-

hält und das sich im Labor entlang magnetischer Feldlinien ausrichtet. Ob und wie das aber in den lebenden Tieren funktioniert, muss noch erforscht werden. Bis es so weit ist, tragen Zugvögel und andere Tiere, die das Erdmagnetfeld wahrnehmen, weiterhin ein kleines Geheimnis mit sich.

**Supermagnete-Webshop**

Magnete in allen Stärken und Grössen, Tipps zu Experimenten, kurz: Alles, was das Herz eines Magnetfans begehrt, gibt es unter [www.supermagnete.ch](http://www.supermagnete.ch)

ANZEIGE

**Die Musik im Herzen, Den Einkauf im Dorf.**



**«Zither spielen im Gartenhaus und posten gehen im Volg, das macht meinen Alltag aus.» Zither-Spielerin Silvia Hutterli, Kundin im Volg Bürglen (TG)**

Silvia Hutterli kauft schon seit den 50er-Jahren im Volg ein. «Damals war der Volg der erste Selbstbedienungsladen bei uns in der Gegend», erzählt die musikalische Thurgauerin. Wenn sie nicht im Volg in Bürglen einkauft oder mit den Verkäuferinnen plaudert, spielt sie Zither. Über 200 Personen hat sie bisher Unterricht gegeben. Von Montag bis Freitag üben 80 aktive Spieler/innen in Gruppen für Auftritte und Konzerte. «Das Instrument ist relativ einfach zu erlernen, man muss dafür nicht Noten lesen können, doch die Notenwerte sollte man kennen. Und es braucht eine gute Rechts-Links-Koordination», erklärt Silvia Hutterli. Deshalb bezeichnet sie das Zitherspielen auch gerne als Gehirn-Jogging.



Das Schloss Bürglen wurde einst für die Freiherren von Bürglen errichtet. Heute befindet sich darin die Primarschule.

Eine der lokalen «Feins vom Dorf»-Spezialitäten im Volg Bürglen sind «Ruch's Apfelringli» – dank schonender Trocknung sind sie naturbelassen und ein Genuss für den Gaumen.



**Volg. Im Dorf Daheim. In Bürglen zuhause.**

