

Der Magnetpol der Erde ist im Rennen [27. Jan.]

Die *Kompaßnadel* ist out ... Das *Smartphone* ist der neue Kompaß.

Der *Magnetfeldsensor* eines Smartphones übernimmt in unserer modernen Welt die Funktion einer **Kompaßnadel** (Abb. 1) und kann die Ausrichtung des *Erdmagnetfelds* im dreidimensionalen Raum ermitteln. Der Sensor ist ein wichtiger Bestandteil in Bezug auf die **Navigation**. Jedoch kann er durch metallische Gegenstände und *stromdurchflossene Leiter* beeinflusst werden. Dadurch verliert der Kompaß seine Ausrichtung und kann uns in die Irre führen.



Abb. 1 Position eines Magnetfeldsensors in einem Smartphone.

Mithilfe des Magnetfeldsensors eines Smartphones („Magnetometer“) kann ein Benutzer die Ausrichtung des Erdmagnetfelds ermitteln und somit einen Kompaß ersetzen.

© Samsung//Androidmag

Das Magnetfeld der Erde

Das **Magnetische Modell der Erde** (*World Magnetic Model, WMM*) unterstützt die Navigation eines Smartphones [2]. Es ist das **Standardmodell des Erdkerns** und enthält eine großskalige Beschreibung des Erdmagnetfelds in der *Kruste* unseres Planeten. Das Modell ist insbesondere für die Navigation zahlreicher Behörden und Militäreinrichtungen von essentieller Bedeutung.

Jedoch wird die Aussagekraft des Standardmodells durch **irreguläre Änderungen** des Magnetfelds im Erdkern beeinflusst. Innerhalb des letzten Jahrzehnts wurde das WMM im Jahr 2014 und Ende 2018 daher kurzfristig abgeändert. Beide Modellversionen sollten jeweils bis zum Jahr 2020 gelten. Insbesondere **magnetische Veränderungen in der Arktis** stellen die Gültigkeit bzw. Zuverlässigkeit des Modells jedoch immer wieder vor Herausforderungen.

Aufgrund aktueller Veränderungen haben Wissenschaftler darauf hingewiesen, daß das WMM ein **Notfall-Update** benötigt, da sich das Erdmagnetfeld gegenwärtig im angesprochenen Bereich extrem ändert.

Geomagnetisch oder magnetisch?

Viele von uns wissen bereits, daß eine Kompaßnadel nicht direkt in Richtung Norden zeigt. Woran liegt das?

Die **geographischen Pole** der Erde stellen die Schnittpunkte der Erdoberfläche mit der Achse eines gedachten *Stabmagneten* dar, die sich gedanklich im Zentrum der Erde befindet: der geographische Nord- bzw. Südpol.

Die **magnetischen Pole** bezeichnen die Punkte auf der Erdoberfläche, an denen magnetische Nadeln *vertikal* bleiben ohne zu kippen: der magnetische Nord- und der Südpol.



Abb. 2 Schematische Darstellung der Position der Pole der Erde. Die Lage der geographischen (Mitte, N) und der magnetischen Pole (links, S) weichen voneinander ab (Richtung der Kompaßnadel).
© www.ibsmagnet.de

Die Richtung der Kompaßnadel

Die Erde besitzt ein **geomagnetisches Feld**, das einem *Magneten* mit einem magnetischen S-Pol in der Nähe des geographischen Nordpols und einem magnetischen N-Pol in der Nähe des geographischen S-Pols gleicht (Abb. 3). Ein (magnetischer) Kompaß zeigt daher in Richtung geomagnetischem Norden bzw. Süden.

Jedoch weicht der **magnetische Nordpol** der Erde mehrere Hundert Kilometer von der wahren Position des auf der anderen Halbkugel der Erde gelegenen (**geographischen**) **Nordpols** ab. Diese Abweichung wird als *Winkel* gemessen und mit dem Begriff *Deklination* bezeichnet. Für Deutschland beträgt die Deklination rund 2,5 Grad.

Die Erde besitzt zwei geographische und zwei magnetische Pole. Eine magnetische Nadel bleibt niemals im Gleichgewicht, sondern zeigt stets zum magnetischen Pol (Abb. 2, 3). Als Folge kippt die Nadel in Richtung des magnetischen Nordpols; den *Kippwinkel* bezeichnet man auf der Nordhalbkugel der Erde als *Inklination*.

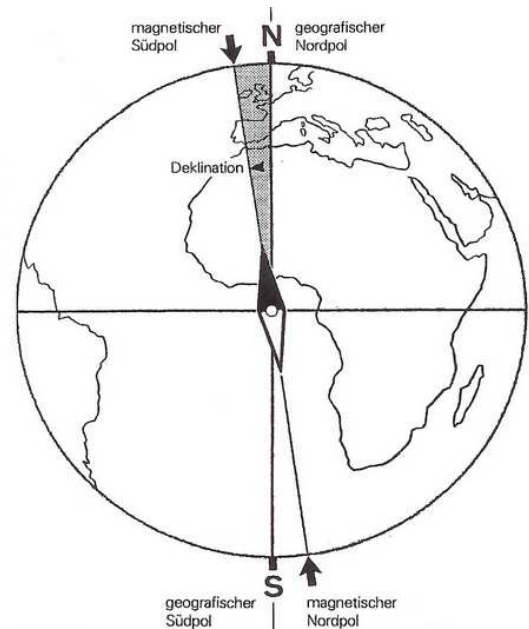


Abb. 3
Schematische Darstellung der Abweichung von magnetischen und geographischen Polen.
Die Lage der magnetischen und geographischen Pole der Erde weicht voneinander ab. Die Kompaßnadel (Mitte) zeigt in die Richtung der magnetischen Pole. Die Winkelabweichung bezeichnet man als Deklination.
© ESYS

Ursachenforschung

Das Erdmagnetfeld ist auf der gesamten Erdoberfläche unterschiedlich stark, es wird von in der Erdkruste enthaltenen *magnetisch leitenden Metallen* wie *Nickel* (Ni), *Eisen* (Fe) und *Kobalt* (Co) abgelenkt bzw. abgeschirmt. An den Polen der Erde ist das Magnetfeld am stärksten.

Untersuchungen *vulkanischen Gesteins* zeigen, da sich das **Erdmagnetfeld** im Laufe der Erdgeschichte **mehrfach umgepolt** hat. Im Mittel findet eine Umpolung alle etwa 780.000 Jahre statt und ist bereits überfällig.

Seit rund 200 Jahren sinkt die weltweite Stärke des Erdmagnetfelds um rund 10 Prozent. Die Forscher vermuten, daß das Absinken deutlich schneller vonstatten geht als es ein Stop des *Geodynamos* im Erdinnern, der für das Magnetfeld verantwortlich ist, vermuten läßt. Wenn die Theorien zur Entstehung des Erdmagnetfelds richtig sind, könnte dies den Beginn einer magnetischen Umpolung der Erde bedeuten.

Falls die Abnahme des Erdmagnetfelds innerhalb der nächsten rund 1.000 Jahre in gleichem Maß weitergeht, könnte man in rund 2.000 Jahren (oder früher) sogar insgesamt 4 magnetische Pole beobachten. Viele Wissenschaftler halten dieses Szenario für relativ unwahrscheinlich. Allerdings reichen unsere Modelle zur Vorhersage des Verhaltens des Erdmagnetfelds noch nicht aus, um gesicherte Vorhersagen abzugeben.

Aktuelle Polwanderung

Verwirrender als die Abweichung der geographischen von den magnetischen Polen der Erde ist, daß der magnetische Nordpol nicht an einen festen Punkt bzw. *geographische Länge und Breite* gebunden ist, sondern sich auf eine unvorhergesehene Art und Weise bewegt.

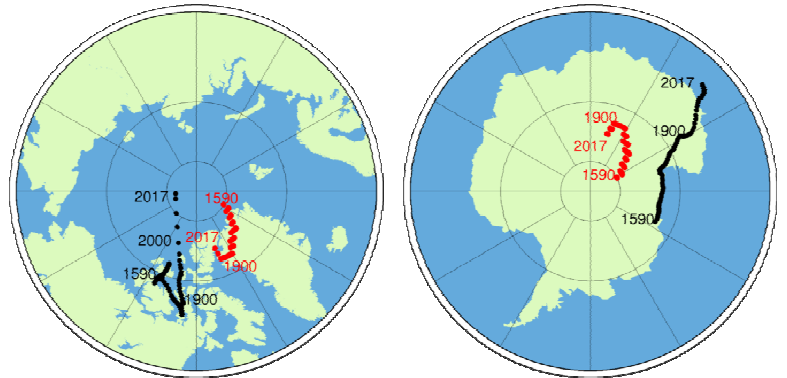
Der **magnetische Nordpol** befand sich im Jahr 2017 in der Arktis (Abb. 4) bei etwa 86 Grad nördlicher Breite und 160 Grad westlicher Länge, er bewegt sich gegenwärtig etwa 40 Kilometer pro Jahr. Der **magnetische Südpol** befindet sich bei etwa 64 Grad Süd und 137 Grad Ost, er bewegt sich weniger als 15 Kilometer pro Jahr.

Die folgende Abbildung (Abb. 4) zeigt die Positionen des magnetischen (schwarz) Pols auf der Nord- und Südhalbkugel seit dem Jahr 1590.

Abb. 4
Wanderung der magnetischen Pole seit dem Jahr 1590.

Die Wanderung des magnetischen Nordpols auf der Südhalbkugel der Erde (rechts, schwarze Punkte/Linie) erscheint nicht nur schneller, sondern auch eher linear, während die Wanderung des magnetischen Südpols auf der Nordhalbkugel (links, schwarze Punkte/Linie) eher chaotisch scheint.

© GFZ Potsdam



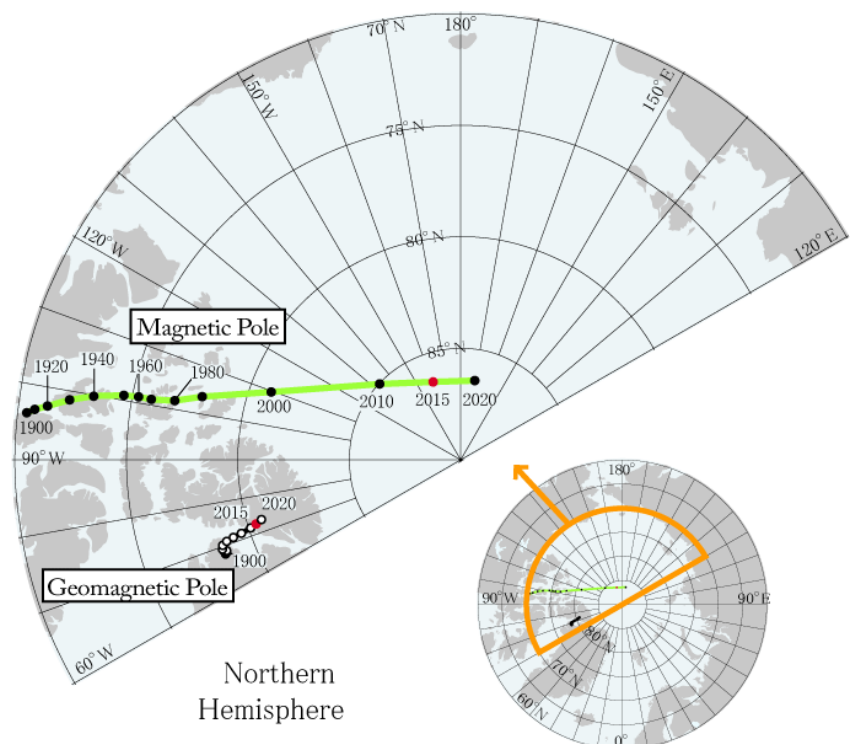
Während sich der magnetische Nordpol von dem geographischen Südpol (Abb. 4, rechts, Fadenkreuz) wegzubewegen scheint, nähert sich der magnetische Südpol auf der nördlichen Erdkugel dem geographischen Nordpol (Abb. 4, links) an.

In den nördlichen Breiten der Erde macht diese Wanderung eine Abweichung rund 20 Grad gegenüber dem Nordpol auf dem Erdglobus aus (Abb. 4, 5). Der magnetische Südpol hat sich innerhalb von 5 Jahren (1995-2000) rund 200 Kilometer nach Nordwesten bewegt.

Abb. 5
Schematische Darstellung der Wanderung des magnetischen Nordpols im Zeitraum 1900-2020.

Die obere Abbildung ist ein Ausschnitt aus der unteren Karte: Den Mittelpunkt der unteren Karte (Fadenkreuz) bezeichnet man üblicherweise als Nordpol. Im Gegensatz zum geomagnetischen Pol (unten) wanderte der magnetische Pol der Erde im gleichen Zeitraum (1900-2020) wesentlich schneller und nicht gleichmäßig schnell.

© wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp



Das WMM soll die Abweichung des aktuellen magnetischen Nordpols von der Position des wahren (magnetische) Nordpols automatisch alle 5 Jahre korrigieren. Seit Ende 2014 sind die Variationen des Erdmagnetfeldes jedoch langfristig gesehen unvorhersagbar geworden.

Untersuchungen eines französischen Forschers besagen sogar, daß das Erdmagnetfeld bereits seit 3.000 Jahren schwächer wird und in diesem Zeitraum rund 30 Prozent seiner Stärke verloren hat [4]. Aus den Meßdaten ergibt sich, daß das Erdmagnetfeld innerhalb weniger Jahrhunderte seine gesamte Stärke bis auf etwa 10 Prozent verlieren könnte.

Interessanterweise sind zahlreiche Tierarten, hauptsächlich (Zug)Vögel, Indikatoren für die Stärke des Erdmagnetfelds: bei ihrer Navigation sind sie auf das Magnetfeld unseres Planeten angewiesen. Welche Auswirkungen ein schwächer werdendes Magnetfeld darauf hat, ist nicht vollständig geklärt – von den Auswirkungen auf Menschen und unserem Alltag ganz zu schweigen.

Nun soll ein neues Modell auf der Basis von **160 Oberflächenobservatorien** sowie **Satelliten** in niedrigen Bahnen um die Erde bessere Vorhersagen erreichen. Ursprünglich sollte das neue Modell am 15. Januar vorgestellt werden. Dieser Termin wurde jedoch kurzfristig auf den 30. Januar verschoben, auch aufgrund des *Shutdown* der US-Regierung.

Falls Sie Fragen und Anregungen zu diesem Thema haben, schreiben Sie uns unter kontakt@ig-hutzi-spechtler.eu

Ihre
IG Hutzi Spechtler

Yasmin Walter (yahw)

Quellenangaben:

[1] Information zu astronomischen und physikalischen Begriffen (*kursive Schreibweise*)
www.wikipedia.de

[2] Mehr Information über das WMM
<http://www.geomag.bgs.ac.uk/research/modelling/WorldMagneticModel.html>
<https://governmentshutdown.noaa.gov/> - aufgrund des US-Shutdown derzeit nicht erreichbar

[3]
Mehr Information über aktuelle Messungen des Erdmagnetfelds
<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp>
<http://britgeopeople.blogspot.com/2019/01/updating-world-magnetic-model-from.html> (mit Animationen)

[4] <http://www.cnrs.fr/en/marine-sediments-record-variations-earths-magnetic-field>