

Technische Anwendungen
zur Umwandlung der Rotationsenergie der Erde in elektrische Energie
in Theorie und Praxis

19., aktualisierte Auflage

1. Bewegungsänderungen infolge der Kreiselträgheit	2
1.1 Das Zustandekommen der Präzessionsbewegung	2
1.2 Der resultierende Impuls eines Kreisels bei einer durch die Schwerkraft fortlaufend kippenden Achse	3
1.3 Die Veränderung des resultierenden Impulses durch das Einwirken zusätzlicher Impulse	5
2. Die Umwandlung der Rotationsenergie der Erde in andere Energieformen	7
2.1 Ein Gewinn an zusätzlicher potenzieller Energie durch die Präzessionskraft?.....	7
2.2 Berechnungen zur Kippbewegung der Kreisel durch die Erdrotation	7
3. Abschluss:	12

1. Bewegungsänderungen infolge der Kreiselträgheit

1.1 Das Zustandekommen der Präzessionsbewegung

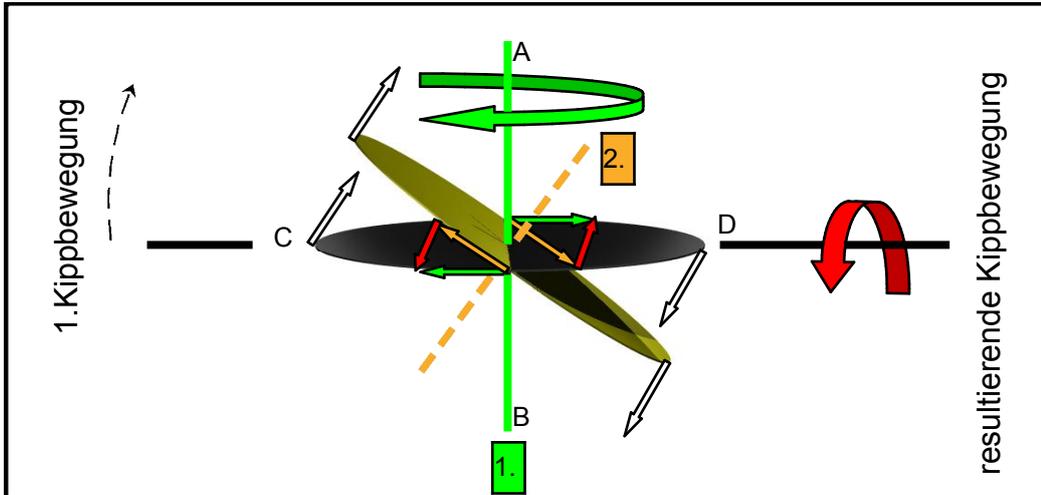


Abbildung 1: die Geschwindigkeitsvektoren bei der Präzessionsbewegung

„Auch für das senkrechte Ausweichen des Kreisels ist das Trägheitsprinzip verantwortlich. Um das einzusehen, müssen wir etwas mehr in Einzelheiten gehen: Das Verhalten dieses Kreisels untersuchen wir zunächst an vier markanten Punkten, A bis D, deren Geschwindigkeit durch Pfeile gekennzeichnet ist. Wird der rotierende Kreisel gestört, beispielsweise dadurch, dass man ihn um die Achse AB zu drehen trachtet, so hat diese Störung keinen Einfluss auf die Geschwindigkeit in den Punkten C und D, da diese nur parallel verschoben werden. Hingegen erfährt die Geschwindigkeit in den Punkten A und B eine Richtungsänderung (Abb.1). Was passiert, kennt man von der Kurvenfahrt im Auto: Aufgrund der Trägheit, „möchte“ der Fahrer seine Bewegungsrichtung beibehalten. Da das Auto aber durch die Reibungskraft der eingeschlagenen Räder mit der Straße beispielsweise eine Rechtskurve ausführt, kommt es zu einer „Kollision“ des Fahrers mit der Fahrzeughür. Aus der Sicht des Fahrers wird er von einer Kraft (Zentrifugalkraft) gegen die Tür gedrückt. Ganz entsprechend sieht es beim „gestörten“ Kreisel aus. Die Punkte A und B „möchten“ ihren Bewegungszustand beibehalten und rufen dieser Tendenz entsprechend eine Auslenkung entgegengesetzt zur Geschwindigkeitsänderung Δv hervor, welche aufgrund der entgegengesetzten Geschwindigkeitsrichtung in A und B zu einem um die Achse CD wirkenden Kräftepaar bzw. Drehmoment führt...“¹

Die Kreiselträgheit wirkt dabei der Kippbewegung entgegen, dargestellt durch die roten Pfeile. Das resultierende Drehmoment (Achse CD) kann dabei nie eine translatorische, sondern immer nur eine rotatorische Ausweichbewegung einleiten. Diese kann zum Beispiel wie in den Abbildungen 2 bis 4 dargestellt durch ein Gestänge mit dem Auflagepunkt (P) erfolgen. Bei jeder Präzessionsbewegung resultiert somit auch immer eine Kippbewegung des Kreisels um den Unterstützungspunkt herum. Dabei muss fortlaufend die Kreiselträgheit überwunden werden.

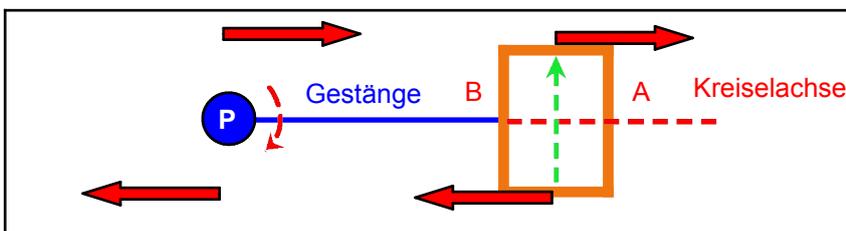
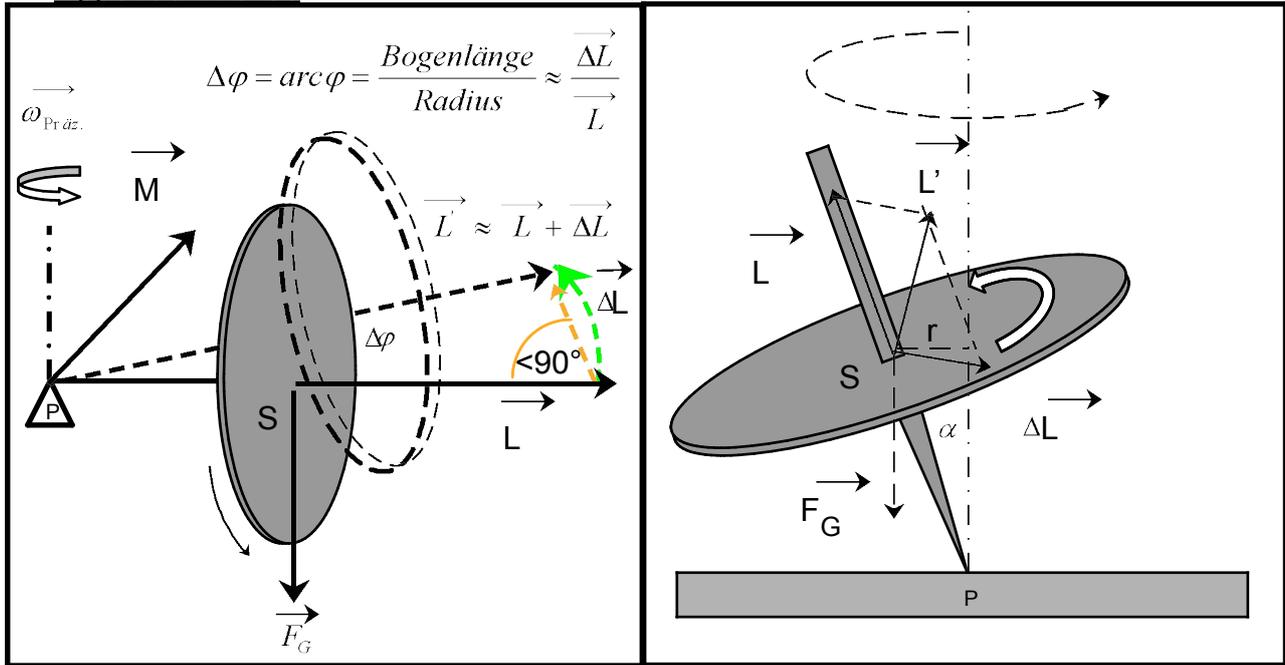


Abbildung 2: Draufsicht; das wirkende Drehmoment der Präzessionsbewegung

¹ Kreiselphänomene, H. Joachim Schlichting, Praxis der Naturwissenschaft- Physik 41/2, 11 (1992), S.4

1.2 Der resultierende Impuls eines Kreisel bei einer durch die Schwerkraft fortlaufend kippenden Achse



Abbildungen 3 und 4: Kreisel mit einer fortlaufend kippenden Achse

Die Präzessionsbewegung erfolgt in beiden Abbildungen durch ein Schwerkraft bedingtes Drehmoment.

Es gilt:

„Die Präzessionsbewegung kommt dadurch zustande, dass die im Schwerpunkt angreifende Schwerkraft in Bezug auf den Unterstützungspunkt ein Drehmoment erzeugt, das in einem Zeitintervall auch eine Änderung des Drehimpulses hervorruft.“²

Das durch die Schwerkraft oder die Erdrotation wirkende Drehmoment erzeugt den Impuls der ausweichenden Präzessionsbewegung. Die für die fortlaufende Kippbewegung notwendige Energie wird dabei immer wieder dem Impuls der Präzessionsbewegung entzogen. Dabei muss fortlaufend die Kreiselträgheit entsprechend dem Drehimpuls des Kreisels überwunden werden.

$$(1) \quad \omega_{\text{Präz.}} = \frac{m \cdot g \cdot r}{L_{\text{Kreisel}}} = \frac{F_G \cdot r}{J_{\text{Kreisel}} \cdot \omega_{\text{Kreisel}}}$$

$$(2) \quad P_{\text{Präz.}} = M \cdot \omega_{\text{Präz.}}$$

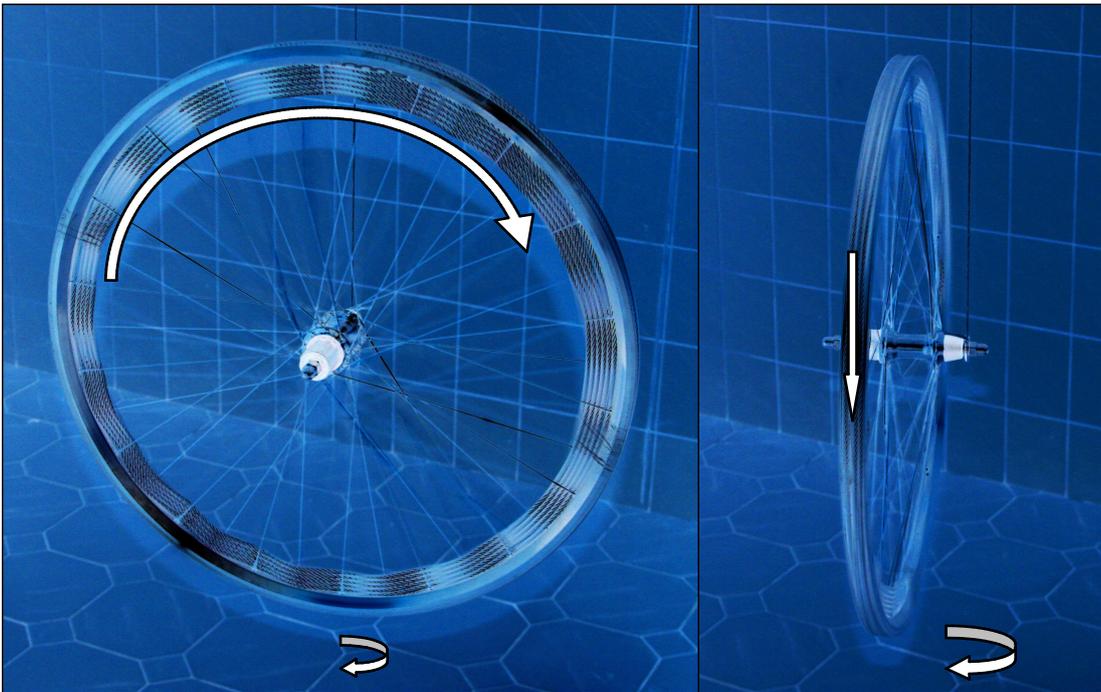
r = Abstand zwischen dem Kreiselschwerpunkt und dem Unterstützungspunkt

Die gleiche Leistung wie bei großer Winkelgeschwindigkeit und kleinem Drehmoment erhält man bei kleiner Winkelgeschwindigkeit und großem Drehmoment.

„Der Neigungswinkel α des Kreisels (Abb. 4) hat gegenüber der Vertikalen keinen Einfluss auf die Präzessionsfrequenz.“³ Nur ein wirkender Impuls erzeugt bei einer Punktmasse zur gleichen Zeit auch nur eine Verschiebung (nur eine Richtungsänderung) und bei einer Kreiselachse auch nur eine Drehbewegung, nur eine Verschiebung bzw. nur einer Kippbewegung innerhalb einer Ebene.

² Physik für Studierende der Natur- und Ingenieurwissenschaften, 15. Auflage
Prof. Dr. sc. nat Dr.- Ing. Heribert Strophe, Carl Hanser Verlag München, 2012, S. 102

³ Übungsbuch Physik, 11. Auflage, Dr. rer.nat. Peter Müller (Federführender); Fachbuchverlag Leipzig, S. 68



Abbildungen 5 und 6: die Präzessionsbewegung am rotierenden Kreisel im Experiment



Abbildungen 7 und 8: *University of Sydney*; (Fakultät: Maschinenbau); Präzession am Kreisel

Abschließend noch ein sehr schönes Beispiel für den Vorgang der Präzession. Im Experiment beträgt die Kreiselmasse 19 kg und der wirkende Hebelarm ca. 1 m, bei maximaler Drehzahl der Bohrmaschine.

1.3 Die Veränderung des resultierenden Impulses durch das Einwirken zusätzlicher Impulse

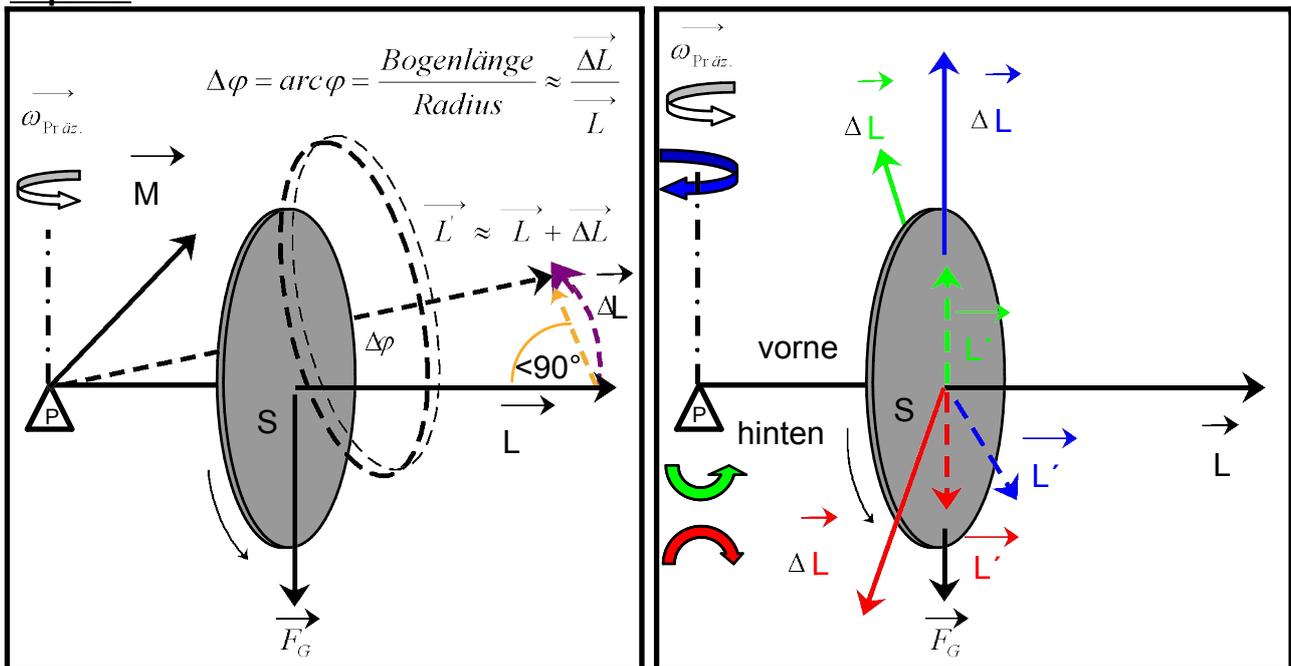


Abbildung 9 (links): Kreisel unter dem Einfluss der Schwerkraft

Abbildung 10 (rechts): Kreisel unter der Einwirkung zusätzlicher Impulse

1. Vorgang (Abbildung 9):

Ein zusätzlicher Impuls (nach unten), gleichgerichtet zum bereits vorhandenen, durch die Schwerkraft bedingten Impulses, erhöht nach Gleichung 1 (vorherige Seite) die Winkelgeschwindigkeit der Präzessionsbewegung.

2. Vorgang (Abbildung 10; blaue Farbe):

Ein zusätzlicher und stärkerer Impuls (nach oben), in Gegenrichtung zum bereits vorhandenen schwerkraftbedingten Impulses, erzeugt einen nach hinten ausweichenden resultierenden Impuls.

3. Vorgang (Abbildung 10; grüne Farbe):

Ein zusätzlicher **sehr kleiner** Impuls (nach vorne), in Richtung des bereits ausweichenden Impulses (Abbildung 5), lässt den Kreisel vertikal mit gleichem Impuls in die Höhe kippen.

4. Vorgang (Abbildung 10; rote Farbe):

Ein zusätzlicher Impuls (nach hinten), in Gegenrichtung zum bereits vorhandenen ausweichenden Impuls (Abbildung 9), lässt den Kreisel nach unten kippen.

Die an der Kreiselmasse angreifende Gravitationskraft wirkt bei jedem Vorgang mit einem entsprechenden Drehmoment **fortlaufend** auf den Unterstützungspunkt weiter.

Es gilt die Gesetzmäßigkeit der Goldenen Regel der Mechanik:

Gegenüber einem nicht rotierenden Kreisel, lässt sich der rotierende Kreisel im 3. Vorgang deutlich leichter in die Höhe kippen. Was dabei an Kraft eingespart wird, muss jedoch durch die kleinere Kraft zusätzlich an Weg aufgebracht werden. Während der Kreisel den Unterstützungspunkt umkreist, bewegt er sich entlang einer geneigten Ebene in die Höhe. Somit handelt es sich im 3. Vorgang um eine **kraftumformende Einrichtung**. Die für die Kippbewegung verrichtete mechanische Arbeit je Zeitintervall (Energie) bleibt damit gegenüber einem nicht rotierenden Kreisel **unverändert**.

Die zuvor beschriebenen Vorgänge (1 bis 4) sind in Übereinstimmung zum Experiment.



Abbildung 11: 3. Vorgang- experimenteller Aufbau



Abbildungen 12 und 13: 3. Vorgang mit einem nach oben kippenden Kreisel

Weiterhin möchte ich anmerken: Lässt man den Kreisel beim 3. Vorgang nicht rotieren, so kippt dieser bei einer unverändert einwirkenden äußeren Kraft und gleichem Drehmoment alleine durch die Radialkraft nicht in die Höhe.

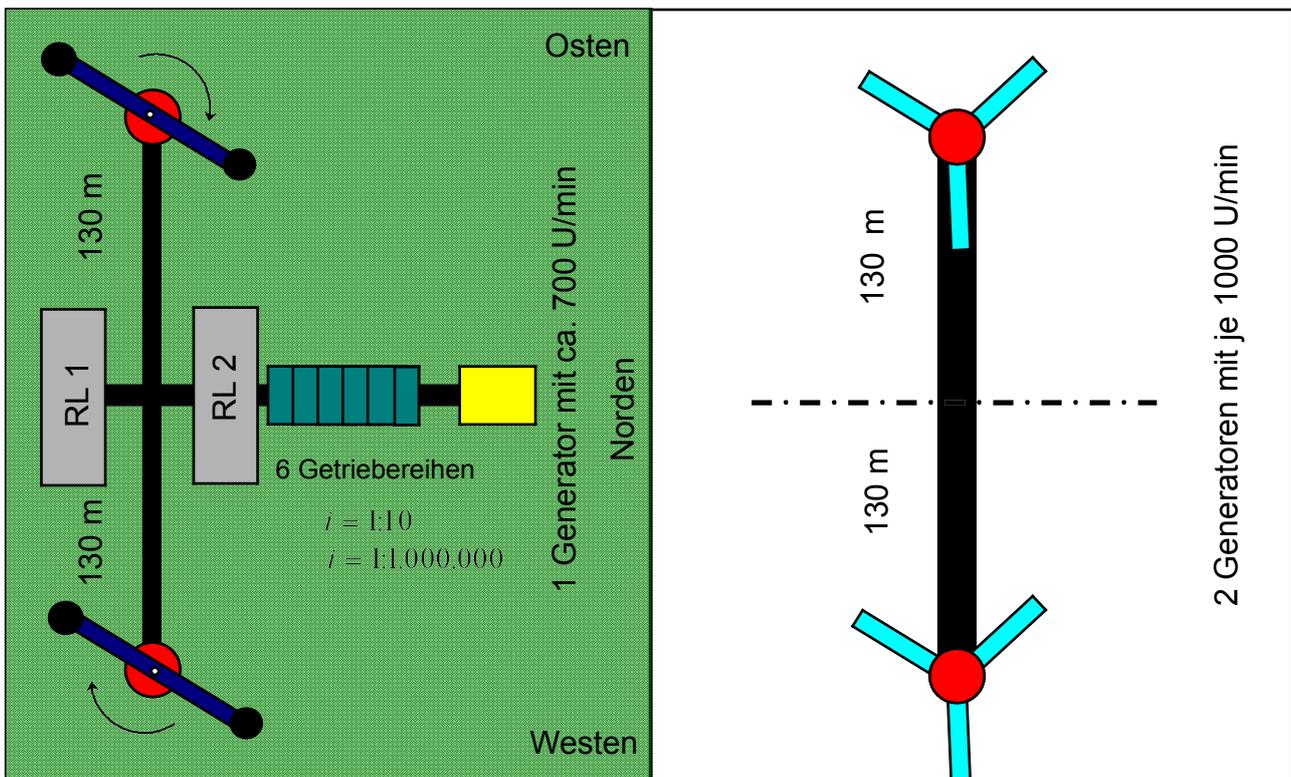
2. Die Umwandlung der Rotationsenergie der Erde in andere Energieformen

2.1 Ein Gewinn an zusätzlicher potenzieller Energie durch die Präzessionskraft?

Ohne das zusätzliche Einwirken äußerer Kräfte würde sich ein Massestück aufgrund der Massenträgheit mit seiner ursprünglichen Geschwindigkeit geradlinig weiterbewegen (Galilei'sches Trägheitsprinzip). Theoretisch würde sich dabei das Massestück auch gleichzeitig tangential von der Erde entfernen und somit einen Anstieg an potenzieller Energie erfahren. Dafür müsste jedoch die fortlaufend wirkende Schwerkraft überwunden werden. Während der Präzessionsbewegung weicht ein Kreisel der angreifenden Schwerkraft seitlich aus. Dafür bedarf es jedoch eines festen Unterstützungspunktes, was wiederum eine freie Bewegung des Kreisels verhindert. Ein Gewinn an potenzieller Energie ist demnach auch durch eine wirkende Präzessionskraft **nicht** möglich.

2.2 Berechnungen zur Kippbewegung der Kreisel durch die Erdrotation

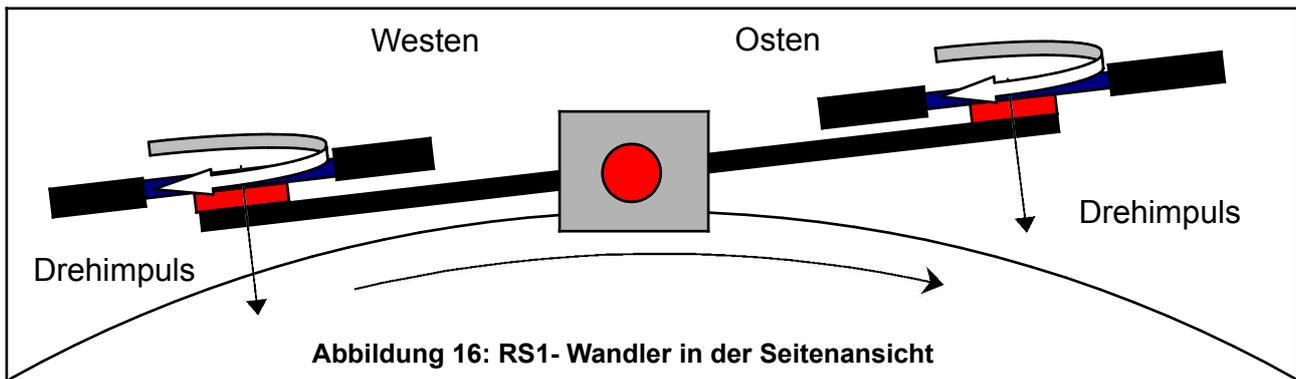
Je größer der Drehimpuls der Kreisel ist, umso größer ist deren Kreiselträgheit und umso stärker wirken diese mit ihrem resultierenden Drehmoment der Erdrotation entgegen. Die rotierende Erde nimmt den Gegenimpuls auf, weshalb sich die Rotationsenergie der Erde verringert.



Abbildungen 14 u. 15: Gegenüberstellung der Größe von RS1- Wandler und 2 WKA (Draufsicht)

Es erfolgt eine Gegenüberstellung zwischen einer RS1- Anlage und zwei 5 MW Anlagen unter wirtschaftlichen und ästhetischen Gesichtspunkten. Beim RS- Wandler wird weniger Material verbaut, es bedarf keiner großen Krananlagen und keiner Schwertransporte, da die Anlage platzsparend zerlegt werden kann und nur eine geringe Höhe aufweist. Demnach entsteht auch kein störender Schattenwurf. Für den RS- Wandler gelten 8.760 Volllaststunden, dagegen kommt *ein guter Binnenlandstandort für die Windkraftnutzung auf lediglich 2.000 Volllaststunden*⁴. Für zwei 5 MW WKA-Anlagen ergeben sich daraus nur ca. 2,28 MW für gerechnete 8.760 Volllaststunden.

⁴ Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Volker Quaschnig, 2008, S. 207



Berechnungsbeispiel für einen RS1- Wandler:

$$\begin{aligned}
 r_{\text{Rotorblatt}} &= 57,5m \\
 \text{Nabenhöhe} &= 130m \\
 \omega_{\text{Rotorblatt}} &= 1,35s^{-1} \approx 280km/h_{\text{Umfangsgeschwindigkeit}} \\
 r_{\text{Kreisel}} &= 57,5m \\
 r_{\text{wirkende_Hebelarm-RS-Wandler}} &= 130m \\
 m_{\text{Kreisel}} &= 500kg \\
 \omega_{\text{Kreisel}} &= 1,35s^{-1} \approx 280km/h_{\text{Umfangsgeschwindigkeit}} \\
 J_{\text{Kreisel}} &= m * r^2 = 1.653.125kg * m^2 \\
 L_{\text{Kreisel(Rotation)}} &= J * \omega = 2.231.719kg * m^2 * s^{-1} = L_{\text{Kreisel(Translation)}} \\
 F_{\text{Kreisel(Translation)}} &= 2.231.719N(\text{sekündl. Kraftstoß}) \\
 M_{\text{gesamter_RS-Wandler}} &= 2 * F_{\text{Kreisel(Translation)}} * 130m = 580.246.875Nm \\
 P_{\text{RS-Wandler}} &= 2 * \pi * n_{\text{Erdrotation}} * M_{\text{gesamter_RS-Wandler}} \\
 \underline{\underline{P_{\text{RS1-Wandler}}}} &= \underline{\underline{42,3KW}}
 \end{aligned}$$

Die Umwandlung geschieht ohne eine Präzessionsbewegung und nur durch die Kreiselträgheit. Bei der Berechnung wurde das Trägheitsmoment der Halterung und die elektrische Energie, die für eine fortlaufende Rotation der Kreisel benötigt wird, sowie die Reibungsverluste z.B. durch Rollenlager und Luftwiderstandskräfte noch nicht mit berücksichtigt. Erreichen die Kreisel einen Höhenunterschied von wenigen Metern, werden die Kreisel gestoppt und in ihre Ausgangslage zurück gesetzt, was wiederum Energie verbraucht. Moderne WKA-Anlagen wandeln demnach gegenüber einem RS1-Wandler eine deutlich größere Energiemenge um. *Die auf die Rollenlager RL 1 und 2 wirkende Gewichtskraft kann beim RS1- Wandler durch eine hydrostatische Lagerung vollständig kompensiert werden, was die Lebensdauer der Wälzlager deutlich erhöht⁵.* Obwohl man theoretisch beliebig viele RS- Wandler übereinander bauen kann, wird die Umwandlung in elektr. Energie beim RS1 -Wandler teurer bleiben.

⁵ Extension of the Archimedes' principle; Grin-Verlag; R. Stach, 2011

Es gilt zu beachten:

Sind die Kreiselachsen senkrecht zur Schwerkraftrichtung (parallel zur Erdoberfläche) angeordnet, finden bei erreichter Nord-Süd - Ausrichtung nur noch parallele Verschiebungen und keine Kippbewegungen, keine Drehmomente und somit auch keine Drehimpulse mehr statt.⁶

Die Eigengeschwindigkeit der Erde auf ihrem Weg um die Sonne hat dabei keinen Einfluss auf die Geschwindigkeiten der technischen Anwendung.⁷

Die Präzessionskraft wirkt nur bei einer Ausrichtung der Kreiselachse in Ost- West mit vollem Betrage und reduziert sich auf null bei erreichter Nord-Süd- Ausrichtung.

Die mechanische Leistung entspricht der verrichteten mechanischen Arbeit je Zeitintervall. Bei einer Drehung der Kreiselachse aus der Nord-Süd-Richtung in die Ost-West-Richtung nimmt die Kraft der Präzessionsbewegung kontinuierlich zu, in der nachfolgenden Berechnung repräsentiert durch den Faktor (Pr). Die verrichtete mechanische Arbeit durch die Erdrotation lässt sich durch das Wegintegral der resultierenden Präzessionskraft berechnen:

$$W = \int_{s_1}^{s_2} F * ds$$

$$W_{\text{Präzessionsbewegung Viertelkreis}} = \int_0^{\Delta l} Pr * \frac{1}{4} \Delta l * dl$$

$$W_{\text{Präzessionsbewegung Viertelkreis}} = \frac{1}{4} * Pr * \int_0^{\Delta l} \Delta l * dl$$

$$W_{\text{Präzessionsbewegung Viertelkreis}} = \frac{1}{4} Pr * \left[\frac{(\Delta l)^2}{2} \right]_0^{\Delta l}$$

$$W_{\text{Präzessionsbewegung Viertelkreis}} = \frac{1}{8} * Pr * (\Delta l)^2$$

$Pr * \Delta l =$ Betrag für die mech. Arbeit der Präzessionsbew., wenn eine Kreiselachse von der Nord-Süd- bis zur Ost-West- Ausrichtung gekippt wurde.

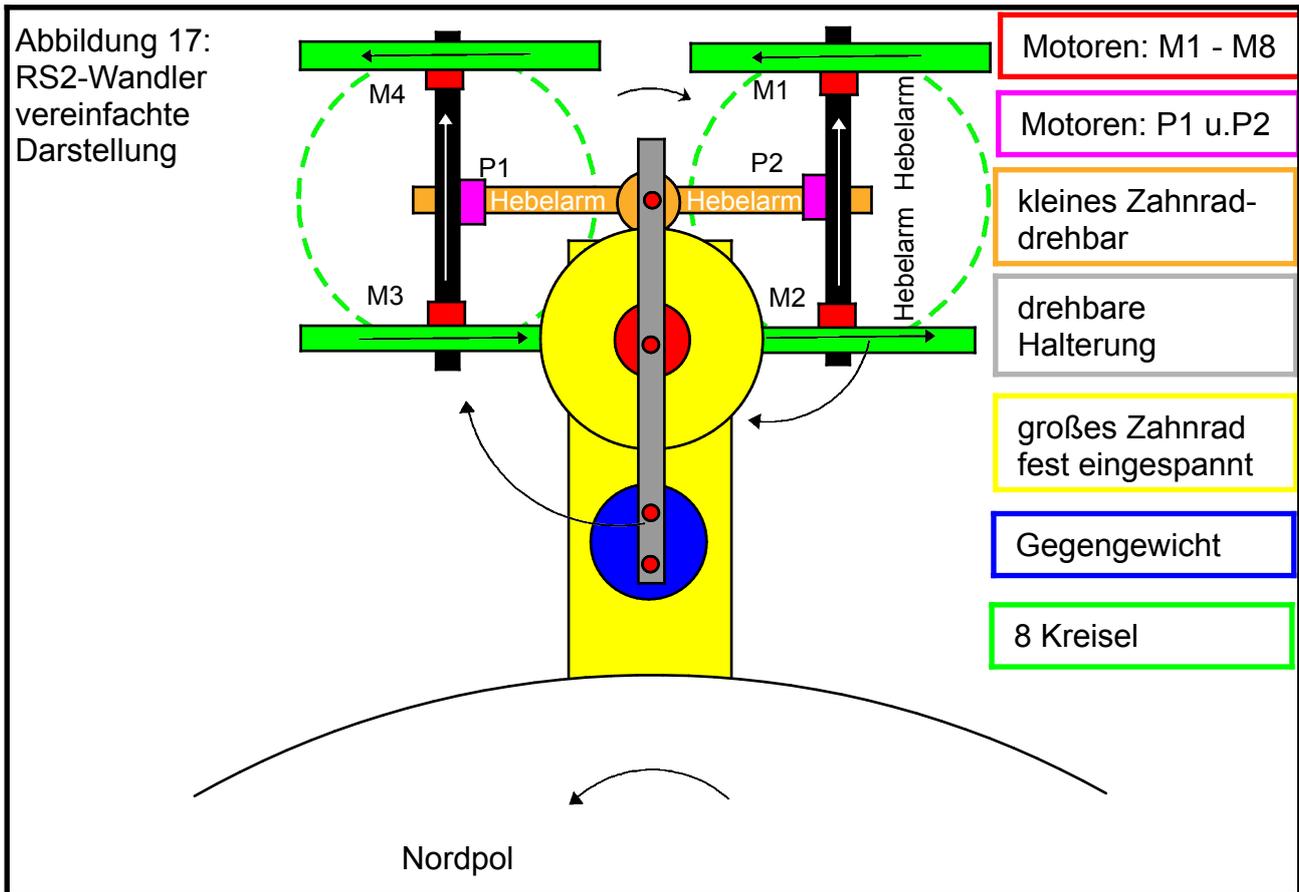
$$W_{\text{Präzessionsbewegung Viertelkreis}} = \frac{1}{8} * F_{\text{Präzession}} * \Delta l$$

$$W_{\text{Präzessionsbewegung volle Umdrehung}} = 4 * \frac{1}{8} * F_{\text{Präzession}} * \Delta l = \frac{1}{2} F_{\text{Präzession}} * \Delta l$$

Dies muss bei den RS2- Wandlern berücksichtigt werden (nachfolgende Seite).

⁶ Metzler Physik, 3. Auflage, Schroedel Verlag GmbH, Hannover, 1998, S. 76

⁷ Ein Exkurs über Grenzen der Speziellen Relativitätstheorie, die keine Grenzen sind, 1. Teil
R. Stach, vixra.org



Berechnungsbeispiel für einen RS2- Wandler in doppelter Ausführung:

$$r_{\text{Kreisel}} = 10m$$

$$r_{\text{wirkende_Hebelarm- RS- Wandler}} = 10m$$

$$m_{\text{Kreisel}} = 1.000kg$$

$$\omega_{\text{Kreisel}} \approx 4,2s^{-1} \approx 150km/h \text{ (Umfangsgeschwindigkeit)}$$

$$J_{\text{Kreisel}} = m * r^2 = 100.000kg * m^2$$

$$L_{\text{Kreisel(Rotation)}} = J * \omega = 420.000kg * m^2 * s^{-1} = L_{\text{Kreisel(Translation)}}$$

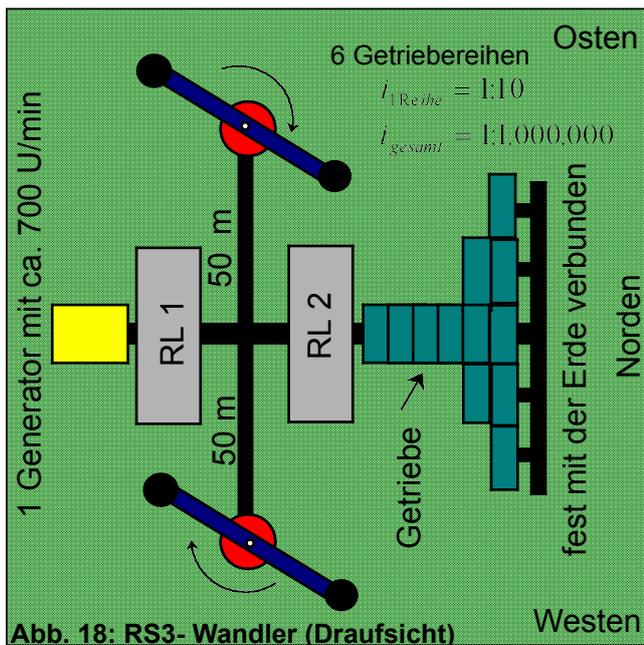
$$F_{\text{Kreisel(Translation)}} = 420.000N \text{ (sekündl. Kraftstoß)}$$

$$M_{\text{gesamter_RS-Wandler}} = 8 * F_{\text{Kreisel(Translation)}} * 10m = 33.600.000Nm$$

$$P_{\text{RS-Wandler}} = 2 * \pi * n_{\text{Erddrotation}} * 100.000 * M_{\text{gesamter_RS-Wandler}} / 2$$

$$\underline{\underline{P_{\text{RS2-Wandler}} \approx 123MW}}$$

Bei der Berechnung wurde das Trägheitsmoment der Halterung und die elektrische Energie, die für eine fortlaufende Rotation der Kreisel benötigt wird, sowie die Reibungsverluste z.B. durch Rollenlager und Luftwiderstandskräfte noch nicht mit berücksichtigt.



Berechnungsbeispiel für einen RS3- Wandler:

$$r_{Kreisel} = 10m$$

$$r_{wirkende_Hebelarm_je_Seite} = 50m$$

$$m_{Kreisel} = 500kg$$

$$n_{Erde(mittl.Sterntag)} = \frac{1}{86.164} = 1,16 * 10^{-5}$$

$$i = 1.000.000$$

$$\omega_{Kreisel} = 7,8s^{-1} \approx 280km / h \text{ (Umfangsgeschwindigkeit)}$$

$$J_{Kreisel} = m * r^2 = 50.000kg * m^2$$

$$L_{Kreisel(Rotation)} = J * \omega = 390.000kg * m^2 * s^{-1} = L_{Kreisel(Translation)}$$

$$F_{Kreisel(Translation)} = 390.000N \text{ (sekündl. Kraftstoß)}$$

$$M_{gesamter_RS-Wandler} = 2 * F_{Kreisel(Translation)} * 50m = 39.000.000Nm$$

$$P_{RS-Wandler} = 2 * \pi * n_{Erdrotation} * i * M_{gesamter_RS-Wandler}$$

$$\underline{\underline{P_{RS3-Wandler} = 2,8GW}}$$

Der RS3- Wandler stellt eine Kombination aus der ersten und zweiten Variante dar. Wie auch bei der 2. Variante lassen sich die Kreiselachsen durch ein Übersetzungsverhältnis sehr viel schneller als die Erdrotation kippen. Entsprechend der 1. Variante richten sich die Kreiselachsen nicht parallel zur Erdachse aus, sodass stets der gesamte Betrag umgewandelt werden kann. Beträgt die Nabhöhe beim RS3- Wandler z.B. 140 m, ist auch eine fortlaufende und ungestörte Rotation möglich. Die dabei wirkenden Drehmomente sind sehr groß. Diese müssen durch Reihenbildung aufgeteilt werden. Die Getriebe werden innerhalb einer Reihe ebenfalls durch Zahnräder miteinander verbunden. Beträgt z.B. das durch Reibung verursachte Drehmoment für ein Getriebe nur 0,1 Nm, steigt das Abtriebsmoment auf das 1- Millionenfache an! Die auf die Rollenlager RL 1 und 2 wirkende Gewichtskraft kann auch beim RS3- Wandler durch eine hydrostatische Lagerung vollständig kompensiert werden, was die Lebensdauer der Wälzlager deutlich erhöht⁸ Es wird nur die Kreiselträgheit genutzt- ohne eine Präzessionsbewegung. Das bedarf einer stabilen Halterung.

Selbst wenn bei einem RS3- Wandler über 100 Getriebe verbaut würden, werden die Stromgestehungskosten nur einen Bruchteil vom Atomstrom betragen. Insbesondere durch die hohen Kosten für den Bau einer Atomkraftanlage, für die Materialbeschaffung, Aufbereitung und Entsorgung. Photovoltaikanlagen erreichen bislang die niedrigsten Stromgestehungskosten ⁹. Bei den RS3- Wandlern wird die Stromerzeugung zumindest ab dem MW- Bereich auch davon nur einen Bruchteil kosten. Bei der Berechnung wurde das Trägheitsmoment der Halterung und die elektrische Energie, die für eine fortlaufende Rotation der Kreisel benötigt wird, sowie die Reibungsverluste z.B. durch Rollenlager und Luftwiderstandskräfte noch nicht mit berücksichtigt. Bei dem hier vorgestellten RS- Wandler erfolgt die Übersetzung durch das Zusammenwirken vieler Getriebe (i = 1 : 1.000.000). Mit diesem Übersetzungsverhältnis werden die Kreiselachsen schneller als die Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation gekippt.

⁸ Extension of the Archimedes' principle; Grin-Verlag; R. Stach, 2011
⁹ Stromgestehungskosten EE; Fraunhofer ISE, März 2018, Abb.1(EE und konventionelle Kraftwerke) , S. 2

3. Abschluss:

Die Gravitationskräfte zwischen Erde, Mond und Sonne lassen in gegenseitiger Wechselwirkung die Gezeitenkräfte entstehen. Gewaltige Wassermassen entfernen sich dabei vertikal von der Erdoberfläche und werden anschließend wieder vom Erdschwerefeld herangezogen. „Die Gezeitenwelle hat auf offener See einen Höhenunterschied von etwas mehr als 1 Meter.“¹⁰ Auf Grundlage des Drehimpulserhaltungssatzes verkleinert sich die Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation, wenn sich das Trägheitsmoment der Erde vergrößert (z.B. durch die Vergrößerung des Abstandes der Wassermassen von ihrer Rotationsachse). Die Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation erhöht und verlangsamt sich fortlaufend durch das Entstehen und Verschwinden der Wasserberge. Nach dem Drehimpulserhaltungssatz würde dabei die Energie der Erdrotation fortlaufend erhalten bleiben. Lediglich die dabei auftretenden Reibungskräfte entziehen somit der Erdrotation Energie und sorgen für eine fortlaufend kleiner werdende Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation. „**Die Ozeanoberflächen und der feste Erdboden heben und senken sich täglich im Mittel um ca. 30 Zentimeter.**“¹¹ „Die Tageslänge nimmt aufgrund der „Gezeitenreibung“ jährlich allerdings um **nur** rund 18 μ s pro Jahr zu.“¹² Die Dauer einer Erdrotation erhöht sich somit in 100.000 Jahren um **nur** ungefähr 1,8 Sekunden.

Wird die Rotationsenergie der Erde dagegen gezielt über viele Jahrtausende hinweg in sehr großen Maße umgewandelt, besteht die Gefahr von allmählich immer weiter fortschreitenden irreversiblen Veränderungen, aufgrund der langsamer werdenden Rotationsgeschwindigkeit der Erde. Zu den möglichen negativen Veränderungen für die Flora und Fauna zähle ich u. a.: steigende Temperaturunterschiede zwischen der Tag- und Nachtseite, Beeinflussung der wirkenden Coriolis-Kraft und damit einhergehende Veränderungen der Meeres- und Windströmungen.

„Der weltweite Bedarf an Energie ist unverändert hoch. Der globale Primärenergieverbrauch ist im Vergleich zum Vorjahr erneut gestiegen. Nach wie vor wird der Verbrauch zu mehr als drei Viertel durch fossile Energieträger gedeckt, während der Anteil der erneuerbaren Energien bei rund 18 % liegt (weltweit). Die Reduktion von Treibhausgasemissionen aus fossilen Energieträgern bleibt daher vorrangiges Ziel des in Paris getroffenen Übereinkommens der Weltstaatengemeinschaft. Die einzelnen Staaten verfolgen unterschiedliche Strategien, um die gesteckten Reduktionsziele zu erreichen und gleichzeitig Wohlstand, Wachstum und Entwicklung zu ermöglichen.“¹³

Die deutsche Erdölversorgung ist mit 33 Lieferländern weit diversifiziert...Ostasien, die USA sowie Europa weisen eine besonders hohe Rohölimportabhängigkeit auf. Der deutsche Steinkohlebergbau ist seit vielen Jahren insbesondere wegen der ungünstigen geologischen Bedingungen international nicht wettbewerbsfähig und die Braunkohle gilt als der fossile Energieträger mit den höchsten spezifischen CO₂- Emissionen. Daher verfolgt die Bundesregierung laut Klimaschutzplan 2050 (BMUB 2016) das Ziel, die erneuerbaren Energien weiter auszubauen und schrittweise aus der Kohleverstromung auszusteigen. Infolge des Förderabfalls bei der Produktion aus heimischen konventionellen Erdöl- und Erdgasvorkommen und des Auslaufens der subventionierten Steinkohleförderung nimmt der Selbstversorgungsbeitrag weiter ab.

Vor diesem Hintergrund ist eine weitere Zunahme der hohen Importabhängigkeit Deutschlands bei den fossilen Energierohstoffen absehbar. ¹⁴ ”

¹⁰ Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Volker Quaschnig, Carl Hanser Verlag München, 2008, S. 224

¹¹ Kosmos Himmelsjahr 2014, Glossar, Gezeiten

¹² Wikipedia, Erdrotation, Aufruf am 20.11.2016

¹³ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; Energiestudie 2018; Prof.Dr.Ralph Watzel (Vorwort)

¹⁴ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; Energiestudie 2018; S.: 12, 13, 25, 27, 32

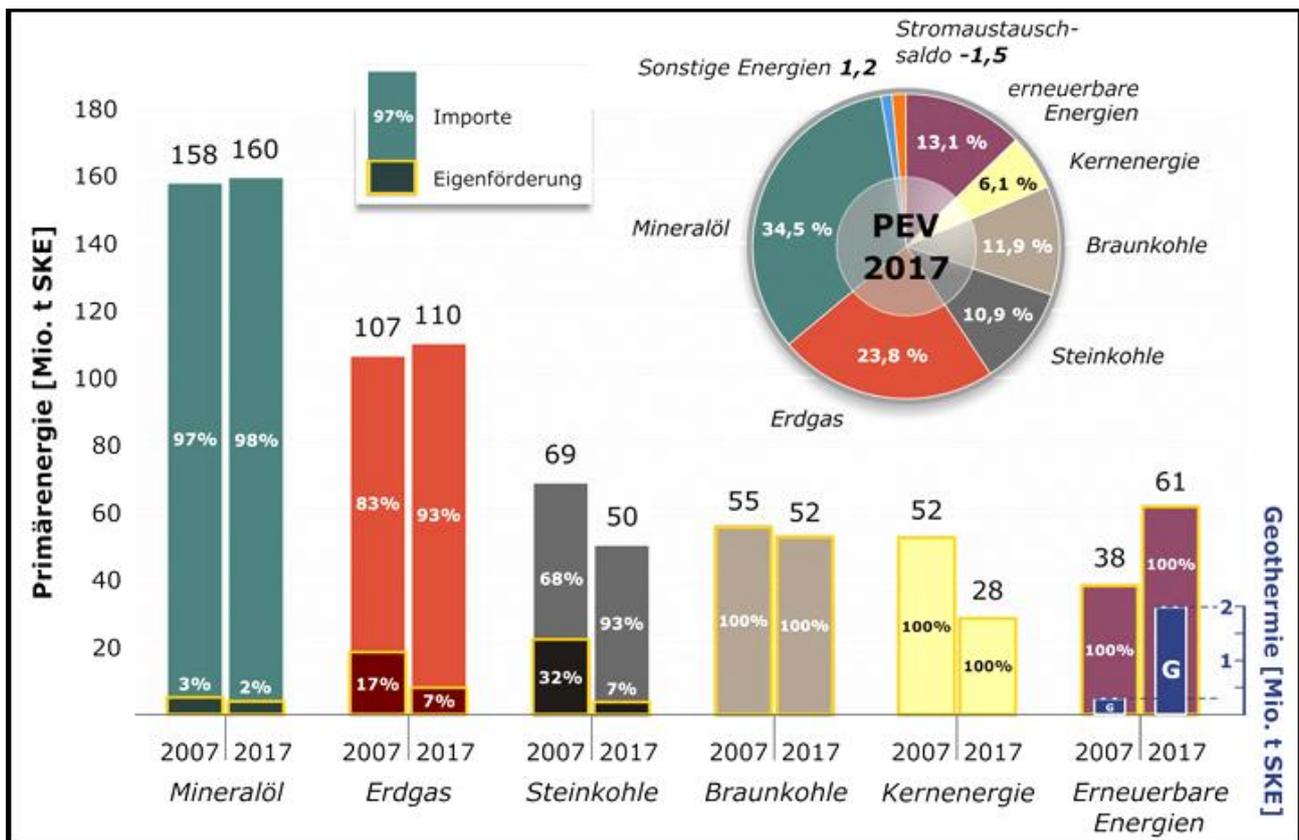


Abbildung 19: Importabhängigkeit und Selbstversorgungsgrad Deutschlands ¹⁵

die Rotationsenergie der Erde beträgt ca.:

$$E_{\text{Rotation}} \approx 2,14 \cdot 10^{29} \text{ J}$$

das Trägheitsmoment der Erde aus der Präzession:
ein Siderischer Tag ca. 86.164 s (Quelle: ¹⁶)

$$J_{\text{Erde}} \approx 8,037 \cdot 10^{37} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

„Der weltweit jährliche Energieverbrauch betrug Ende 2015 ca. **550 EJ**¹⁷ und Ende 2016 „ca. **600 EJ**¹⁸. Die Rotationsenergie der Erde entspricht somit noch dem circa **350**-millionenfachen des weltweit jährlichen Energiebedarfs. Würde man jedes Jahr **1.000 EJ** aus der Rotationsenergie der Erde umwandeln, verringert sich die äquatoriale Umfangsgeschwindigkeit um nur ca. 0,00039 km/h in immerhin **100 Jahren**. Diese beträgt derzeit ca. 1670 km / h.¹⁹ Es wäre eine konstante Energieumwandlung das ganze Jahr lang möglich, dies entspricht ca. **8.760 Volllaststunden** - selbst innerhalb von Gebäuden und tief unter der Erdoberfläche, z.B. in alten Bergwerksstollen. Der Betrag an umgewandelter Energie wächst sogar mit dem **Volumen**. Entsprechend den örtlichen Gegebenheiten könnten somit mehrere Anlagen übereinander gebaut werden, welche immer **klimaneutral** arbeiten würden. Die Umwandlung der Rotationsenergie der Erde stellt somit eine sinnvolle und vernünftige Alternative zur Nutzung der **Kernenergie** dar und wird vermutlich später zusammen mit der Kernfusion und den *erneuerbaren Energien* die weltweite Energieversorgung sicherstellen.

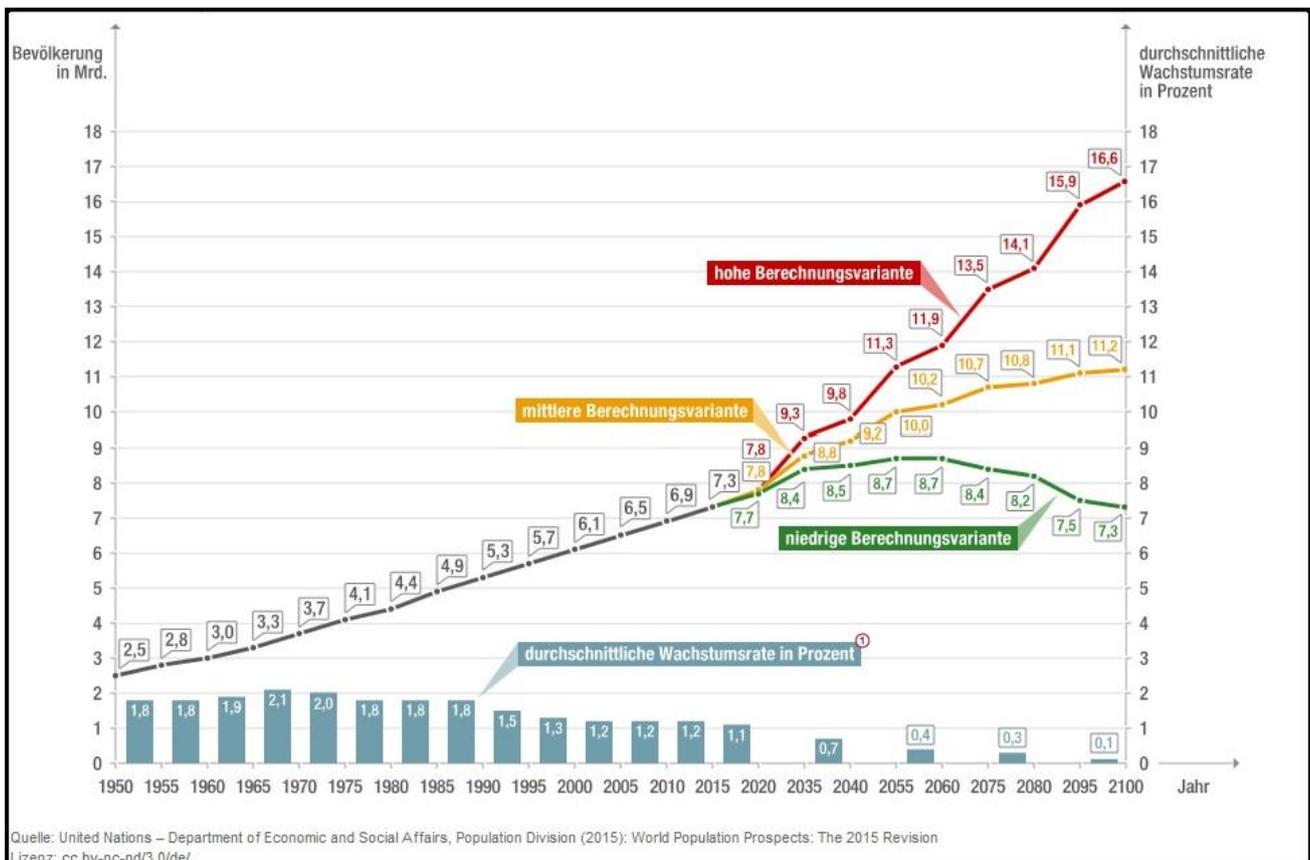
¹⁵ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; Energiestudie 2018 S.17; AGEB 2018a; BMU 2013

¹⁶ Geodätisches Informationszentrum Wetzell e.V., Dr. T. Klügel, Bundesamt für Kart. und Geodäsie, 2006

¹⁷ Energiestudie 2016, Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen, BGR, S. 37

¹⁸ Energiestudie 2017, Daten und Entwicklungen der deutschen und globalen Energieversorgung, BGR, S. 42

¹⁹ INA Technisches Taschenbuch, Schaeffler KG, 7. v. Nachdruck, S. 63



Abbildungen 20: Übersicht zur weltweiten Bevölkerungsentwicklung ²⁰

Die weitere Bevölkerungsentwicklung kann wie folgt vereinfacht berechnet werden:

$$f(t) = B_0 * \left(1 + \frac{w_r}{100}\right)^t$$

B_0 = Ausgangswert der Bevölkerungszahl; z.B. 2,52 Milliarden Menschen (1950) ¹⁸

w_r = arithmetische Mittel der Wachstumsrate (%) über die zu berechn. Zeitspanne

t = Zeitspanne in Jahren

$$f(65) = 2,52 * \left(1 + \frac{1,65}{100}\right)^{65} = \underline{\underline{7,3 \text{ Milliarden Menschen (2015)}}$$

Aufgrund der begrenzten Ressourcen wird sich notgedrungen ein logistisches Bevölkerungswachstum einstellen. Bei dem das bislang nahezu lineare Bevölkerungswachstum bis zum Erreichen der Sättigungsgrenze nur noch logarithmisch weiter ansteigt (mit einer fortlaufend kleiner werdenden Wachstumsrate).

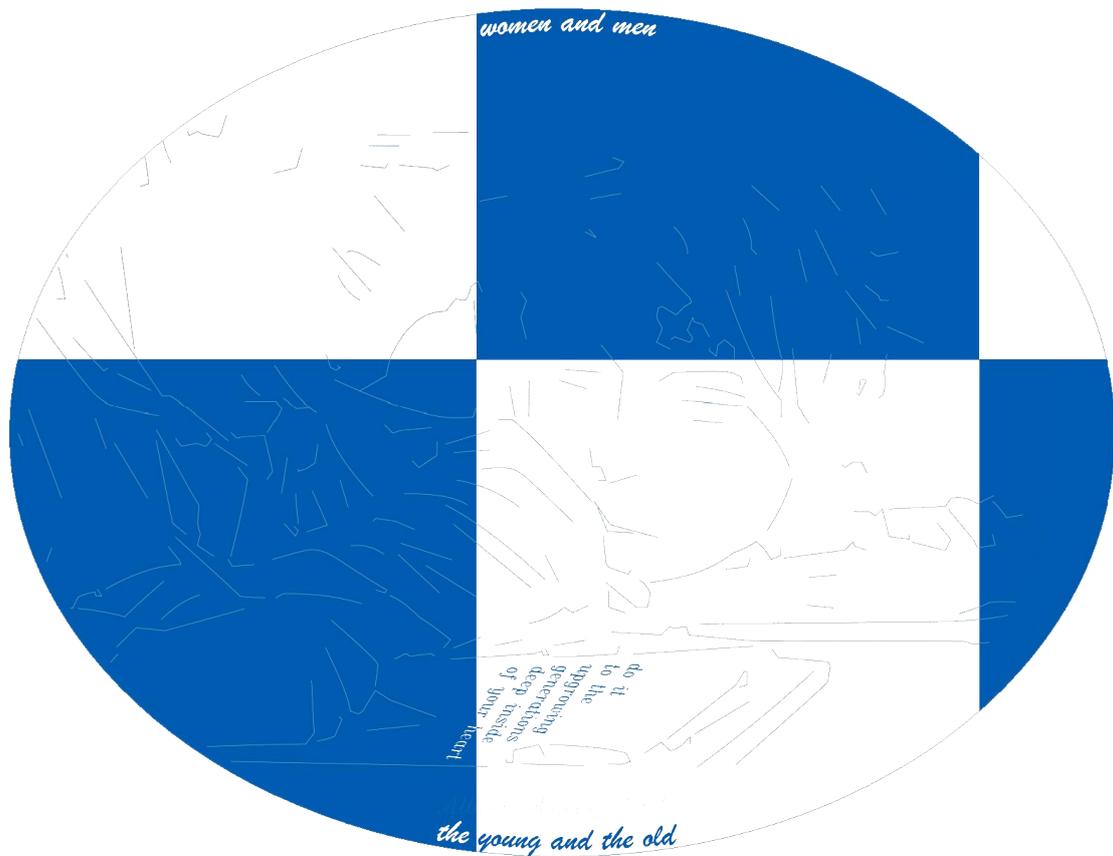
Aber selbst bei der mittleren Berechnungsvariante (obige Abbildung) steigt die weltweite Bevölkerungszahl noch über einen langen Zeitraum weiter stark an. Die begrenzten fossilen Ressourcen (welche sich noch wirtschaftlich nutzen lassen) müssen demnach für immer mehr Menschen ausreichen.

Eine fortschreitende Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen wird zum Aufrechterhalten der Versorgungssicherheit immer wichtiger werden.

²⁰ Bundeszentrale für politische Bildung; Bevölkerungsentwicklung; 01.07.2017

Angesichts der klimatischen Herausforderungen (anthropogene Klimawandel) und der wachsenden politischen Spannungen aufgrund von schwindenden fossilen Brennstoffen möchte ich festhalten:

mit Vernunft und mit Verstand
für den Frieden schaffen
Hand in Hand



Gemälde von Albert Anker; schreibender Knabe mit Schwesterchen von 1875 (vektoriert)

Hiermit erkläre ich, Robert Stach, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Titel „Technische Anwendungen zur Umwandlung der Rotationsenergie der Erde in elektrische Energie in Theorie und Praxis“, 19. Auflage, selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel und Quellen angefertigt habe.

Magdeburg, 18.04.2020
Deutschland