

Technische Anwendungen zur Umwandlung der Rotationsenergie der Erde in elektrische Energie in Theorie und Praxis 3

1.

Mehrere verschiedene Varianten zur Energieumwandlung wurden diesbezüglich von mir erarbeitet. Nachfolgend werde ich Ihnen die ersten zwei im Detail erklären. Die erste Variante (RS1-Wandler) beschreibt das Zusammenwirken von mehreren hängenden Kreisel. Ein an einem Seil frei hängender Kreisel ist jedoch drehmomentfrei, weil die Gravitationskraft am Schwerpunkt des rotationssymmetrischen Kreisels wirkt, sodass keine Kippbewegung erfolgen kann. Durch das lose Auflegen des Kreisels auf einen festen, gefedernten oder hydrostatisch gelagerten Unterstützungspunkt wird dieser in einen nicht drehmomentfreien Kreisel mit noch zwei Freiheitsgraden überführt. Beim aufgesetzten Kreisel erfolgt das für die Präzessionsbewegung notwendige Drehmoment durch Wechselwirkung mit dem Erdschwerefeld. Die Gravitationskraft lässt den Kreisel kippen. Aufgrund der Kreiselträgheit wirkt auf diesen gleichzeitig rechtwinklig zur Gravitationskraft die Kraft der Ausweichbewegung (Präzession). Entsprechend dem Galilei'schen Trägheitsprinzip entfernt sich dabei der Kreisel aber noch zusätzlich von der Erde durch eine nahezu geradlinige Weiterbewegung. Diese zur Erddrehung nahezu tangentiale Weiterbewegung des Kreisels überlagert sich mit dessen Präzessionsbewegung ungestört, denn Parallelverschiebungen haben auf die Kreiselrotation keinen Einfluss. Eine nahezu tangentiale Weiterbewegung tritt zunehmend ein, wenn sich die Richtung der resultierenden Kraft aus Gewicht- und Präzessionskraft immer mehr der Horizontalen annähert. Die Zunahme an potentieller Energie aus dem entstandenen Höhenunterschied aufgrund der nahezu tangentialen Weiterbewegung entspricht dabei dem möglichen umzuwandelnden Energiebetrag. Für einen Beobachter auf der Erde bleibt dabei die Geschwindigkeit unverändert, mit der sich die technische Anwendung tangential von der Erde entfernt. Dies gilt unabhängig davon, ob sich die technische Anwendung aufgrund der Erdrotation gerade in Richtung der Erdumlaufbahn um die Sonne bewegt oder entgegengesetzt dazu (**siehe Anhang 1**). Der Kreisel kann dabei z. B. die Form einer Swastika haben, an deren Enden sich jeweils auf Spitzen aufgesetzte Räder (Kreisel) befinden. Die gleichen geometrischen Bedingungen finden wir aber auch bei einem rechtwinkligen Kreuz vor, bei dem die Seiten in ihrer Länge den Diagonalen eines Quadrates entsprechen. Wird die Swastika / das Kreuz von Hand in Drehung versetzt, erfolgt die Präzessionsbewegung. Ein Stab / drehsteifes Seil (Tau) wird sowohl oben in die Deckenkonstruktion, als auch unten in das Kreuz / die Swastika fest eingespannt. Aufgrund der Gravitationskraft biegt sich der Stab / das Seil und lässt den Kreisel anschließend kippen. Die Krümmung der Präzessionsbahn ist proportional zur Bogenlänge und entspricht in der Draufsicht der Bahn einer Klothoide. Die reibungsbedingte Verringerung der Rotationsgeschwindigkeit der kleinen Kreisel lässt gleichzeitig die Winkelgeschwindigkeit der Präzessionsbewegung sowie die Geschwindigkeit der Kippbewegung ansteigen. Die immer langsamer rotierenden Kreisel folgen zunehmend der Gravitationskraft. Infolgedessen verkleinert sich der Radius der Präzessionsbahn umso mehr, je langsamer die Kreisel rotieren. Es erfolgt somit gleichzeitig eine spiralförmige Abwärtsbewegung vom anfänglich äußeren Bereich hin zum tiefliegenden Mittelpunkt der Präzessionsbahn. Deren Neigung zeigt dabei in Richtung der Resultierenden aus Radial- und Gewichtskraft. *Der Neigungswinkel zwischen dem Stab / Seil und der Vertikalen hat keinen Einfluss auf die Präzessionsfrequenz¹.* Das Kreuz / die Swastika rotiert auf der Präzessionsbahn immer schneller und es erfolgt eine Impulsübertragung auf die kleinen Kreisel. *Wirken auf ein rotierendes System von außen keine Drehmomente, so bleibt sein Drehim-*

¹ Übungsbuch Physik, Grundlagen- Kontrollfragen- Beispiele -Aufgaben, 11. Auflage
Dr. rer. nat .Peter Müller...(federführend), Fachbuchverlag Leipzig, 2009, S. 68

*puls nach Größe und Richtung konstant.*² Dies geschieht umso stärker, je mehr sich die Achsen der kleinen Kreisel der Achse der Präzessionsbahn annähern. Dabei haben die kleinen Kreisel und die Präzessionsbewegung den gleichen Drehsinn. Sind die Parameter der Klothoide bekannt, lässt sich der Energiebetrag alternativ auch über das **Wegintegral der resultierenden Kraft** berechnen.

Der Energieverlust durch Reibungskräfte ist geringer, als die zusätzlich gewonnene potenzielle Energie, sodass sich die Bewegungen ununterbrochen ineinander umwandeln und wiederholen.

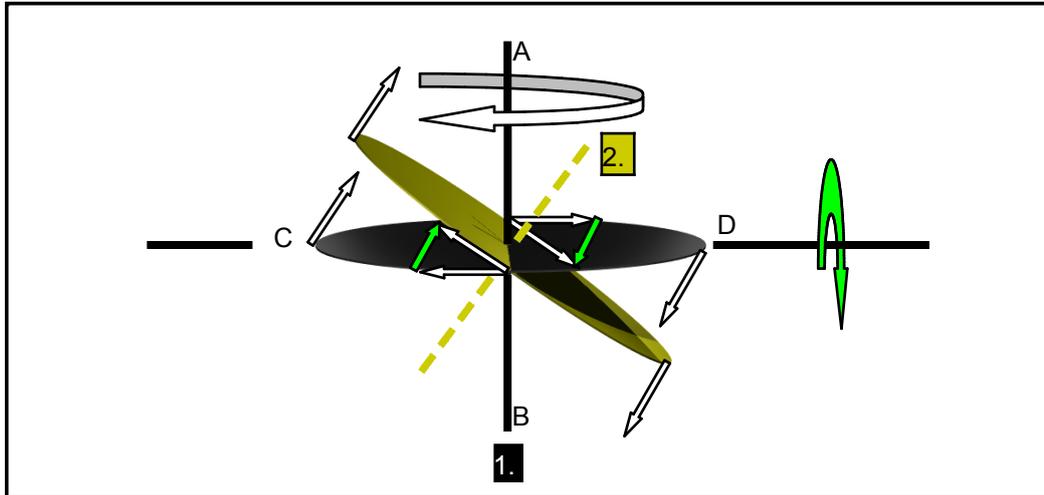


Abbildung 1: Das Zustandekommen der Präzessionbewegung (Geschwindigkeitsvektoren)

*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 Fahrzeugtür. 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. Folglich kommt es zu einer "Ausweichbewegung" des Kreisels senkrecht zur Störbewegung.*³

² Physik für Studierende der Natur- und Ingenieurwissenschaften, 15. Auflage
Prof. Dr. sc. nat Dr.- Ing. Heribert Stroppe, Carl Hanser Verlag München, 2012, S. 95

³ Kreiselphänomene, H. Joachim Schlichting, Praxis der Naturwissenschaft- Physik 41/2, 11 (1992), S.4

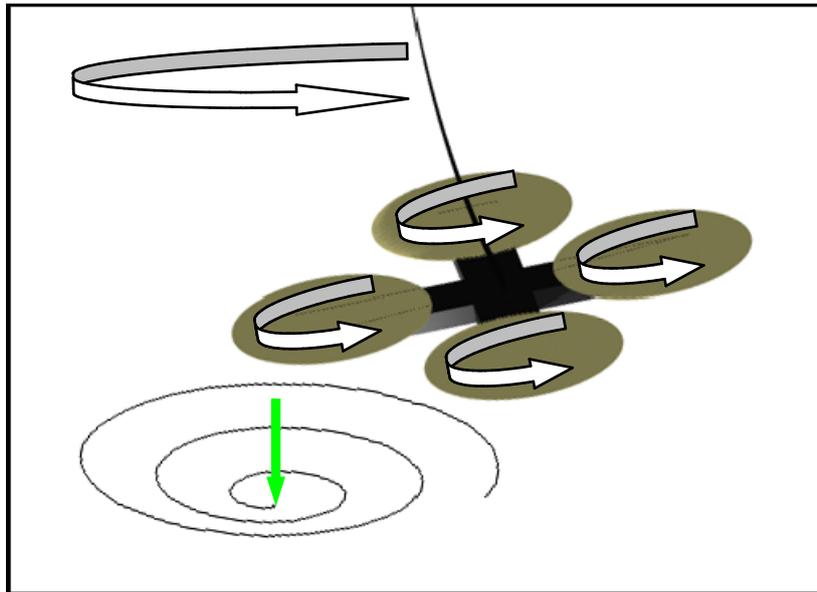


Abbildung 2: vermutlich die ursprüngliche historische Anwendung

Der Anblick einer Swastika erinnert an ein Wasserrad, doch wurde es in den verschiedenen Kulturen auf der Welt mit der Sonnenkraft als „Sonnenrad“ in Verbindung gebracht. Dieser Widerspruch liegt sicherlich darin begründet, dass die Swastika aus der Vergangenheit ein Ergebnis der Experimentierfreudigkeit der damaligen Menschen war und die dazugehörigen physikalischen Zusammenhänge noch nicht erkannt wurden.

Diese Variante kam vermutlich bereits vor mehreren tausend Jahren zur Anwendung. In Äquatornähe mit der größten Umfangsgeschwindigkeit und der größten Radialbeschleunigung kann die stärkste Leistung erzielt werden. Daher haben die ersten technischen Anwendungen ihren Ursprung sicherlich in Regionen nahe des Äquators.

Hat die Bahn der Präzessionsbewegung nur einen kleinen Durchmesser, ist der Flächennutzungsgrad einer solchen Anwendung mit 4 Kreiseln sehr gut, denn die benötigte Nutzfläche entspricht fast der gesamten Fläche aller Kreisel. Horizontal liegende Kreisel sind für die Anwendungen stets geeigneter, denn für vertikal liegende Kreisel gilt: *Sind die Kreiselachsen senkrecht zur Schwerkrafttrichtung (parallel zur Erdoberfläche) angeordnet, finden bei erreichter Nord-Süd - Ausrichtung keine Kippbewegungen, keine Drehmomente und somit auch keine Drehimpulse mehr statt.*⁴

⁴ Metzler Physik, 3. Auflage, Schroedel Verlag GmbH, Hannover, 1998, S. 76

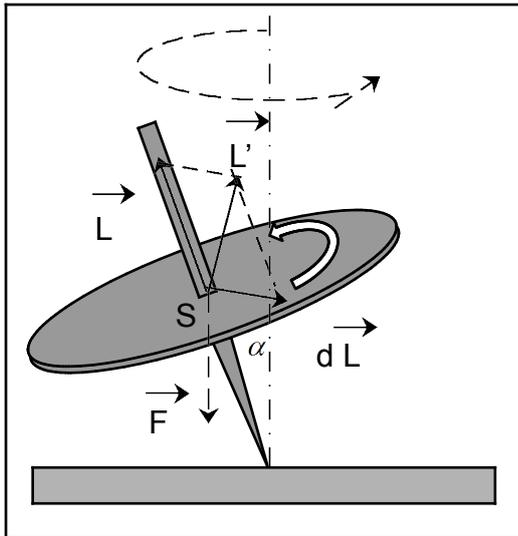


Abbildung 3: Präzession eines Kreisels in horizontaler Lage

Bei dem in Abbildung 3 dargestellten Kreisel, dessen Achse mit der Richtung der Schwerkraft $FG = m \cdot g$ den Winkel α einschließt und dessen Schwerpunkt vom Unterstützungspunkt den Abstand s hat, ist das wirksame Drehmoment von der Größe $M = m \cdot g \cdot s \cdot \sin \alpha$. Der Kreisel kippt nicht unter der Wirkung seines Gewichts, sondern seine Figurenachse läuft, indem sie der Schwerkraft senkrecht ausweicht, auf einem Kegelmantel um.

$$\omega_p = \frac{M}{L} = \frac{M}{J \cdot \omega} \quad \text{Winkelgeschwindigkeit der Präzession (gültig nur für die erste Variante)}$$

Der Kreisel präzediert also um so schneller, je langsamer er um seine Achse rotiert und je größer das einwirkende Drehmoment ist.⁵

⁵ Physik für Studierende der Natur- und Ingenieurwissenschaften, 15. Auflage
Prof. Dr. sc. nat Dr.- Ing. Heribert Stroppe, Carl Hanser Verlag München, 2012, S. 102

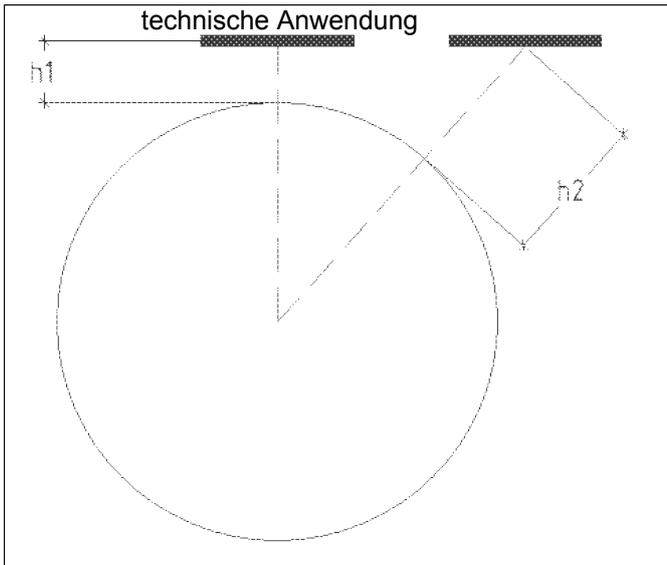
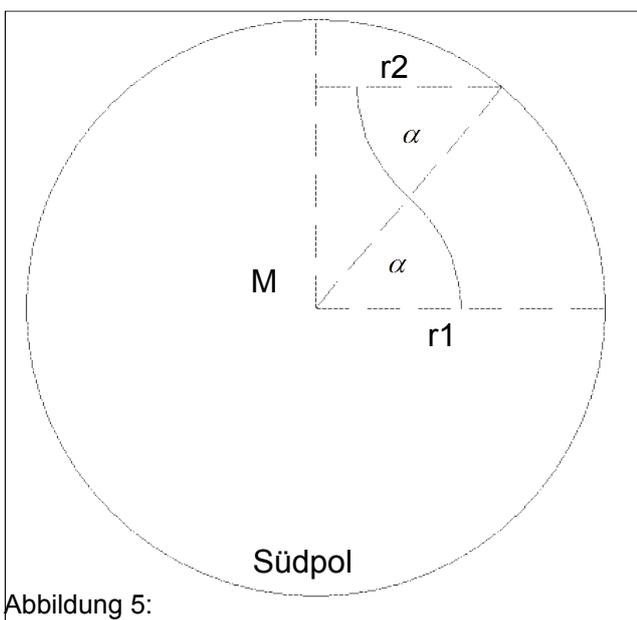


Abbildung 4:

Anmerkung:

Bei den Berechnungen wird die Form der Erde vereinfacht als eine Kugelgestalt angenommen. Gerechnet wird ohne Berücksichtigung der Abplattung an den Polen und ohne den Erhebungen und Senkungen, wie sie bei der tatsächlichen Form des Geoids vorhanden sind. Die Höhe der Aufhängung der technischen Anwendung über dem Erdboden wird bei den Berechnungen ebenfalls vernachlässigt.

Nordpol



- r1 = Radius der Erde ca. 6.378.000 m
- r2 = Radius rechtwinklig zur Nord-Süd-Achse
- α = Winkel der nördlichen Breite (auch Wechselwinkel)

Abbildung 5:

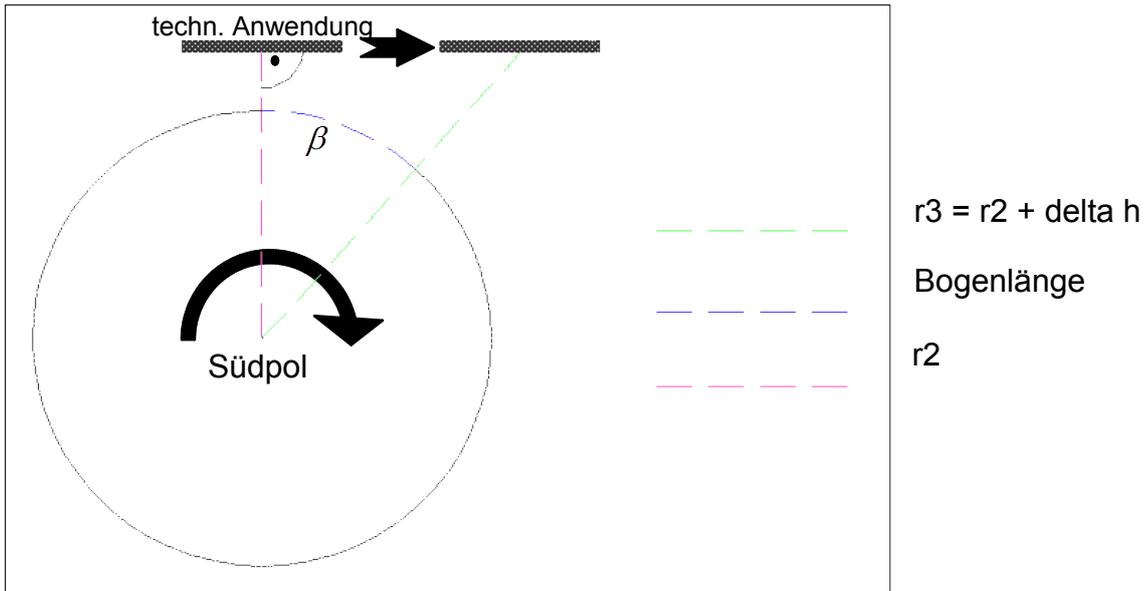


Abbildung 6:

Berechnungsbeispiel zur Energieumwandlung bei der ersten Variante für 50° nördliche Breite

$$r_2 \approx \cos(50^\circ) * 6.378.000m$$

siehe Abbildung 5, vorherige Seite

$$r_2 \approx 4.099.699m$$

$$T = 8,6164 * 10^4 s$$

Die Rotationsdauer der Erde beträgt für eine Erdumdrehung (Mittlerer Sterntag) ⁶

$$\omega = 2 * \pi * n_{---}; n = \frac{1}{T}$$

Winkelgeschwindigkeit

$$\omega \approx 7,2921 * 10^{-5} s^{-1}$$

$$v = \omega * r_2$$

Umfangsgeschwindigkeit (Bahngeschwindigkeit) für r2

$$v \approx 299 \frac{m}{s}$$

Entsprechend der Umfangsgeschwindigkeit entspricht jede Sekunde einer Bogenlänge (b) von ca. 300 m.

$$\alpha_{Kippbewegung_{50^\circ n. Br.}} = \frac{v^2}{r_2} = \frac{(300m)^2}{4.099.700ms} \approx 0,021 \frac{m}{s^2}$$

Bei 50° nördlicher Breite ergibt sich somit für eine Punktmasse (Schwerpunkt der 1. Variante) in einer Sekunde ein Höhenunterschied von ca. 2 cm.

Für 1. Variante mit einem Gewicht von 100 kg gilt:

$$E_{pot_{50^{\circ}n.Br.}} = m \cdot g \cdot h = 100kg \cdot 9,81 \frac{N}{kg} \cdot 0,02m \approx \underline{\underline{20J}}$$

In einer Sekunde ergibt dies eine Leistung von ca. 20 W, was ungefähr der thermischen Leistung von 20 Teelichtern entspricht.

nahe des Äquators:

$$\alpha_{Kippbewegung_{\text{Äquator}}} = \frac{v^2}{r_2} = \frac{(464m)^2}{6.378.000ms} \approx \underline{\underline{0,034 \frac{m}{s^2}}}$$

$$E_{pot_{\text{Äquator}}} = m \cdot g \cdot h = 100kg \cdot 9,81 \frac{N}{kg} \cdot 0,03m \approx \underline{\underline{30J}}$$

In Äquatornähe kann deutlich mehr Energie umgewandelt werden.

Der Schwerpunkt der techn. Anwendung entfernt sich von der Erde und wird anschließend von der Schwerkraft wieder herangezogen, es erfolgt somit eine **Wechselwirkung** zwischen der Rotationsenergie der Erde mit ihrem Erdschwerefeld.

2.:

Bei der zweiten Variante (RS2- Wandler) entfernen sich die Kreisel nicht tangential von der Erde. Ein rechtwinkliges Kreuz wird mittig auf einem Wälzlager befestigt, welches ebenfalls fest mit der Unterlage verschraubt wurde. An jedem Seitenende des Kreuzes befindet sich wieder je ein Kreisel. Alle Drehbewegungen finden in ein und der gleichen Ebene statt. Dabei erfolgt das auf die Kreisel wirkende Drehmoment direkt aus der Erdrotation heraus. Die dafür umgewandelte Rotationsenergie der Erde findet sich adäquat in der Präzessionsbewegung der Kreisel wieder. Bei der Erdrotation ist zwar der Betrag der Bahngeschwindigkeit nahezu konstant, aber die Richtung ändert sich dauernd.

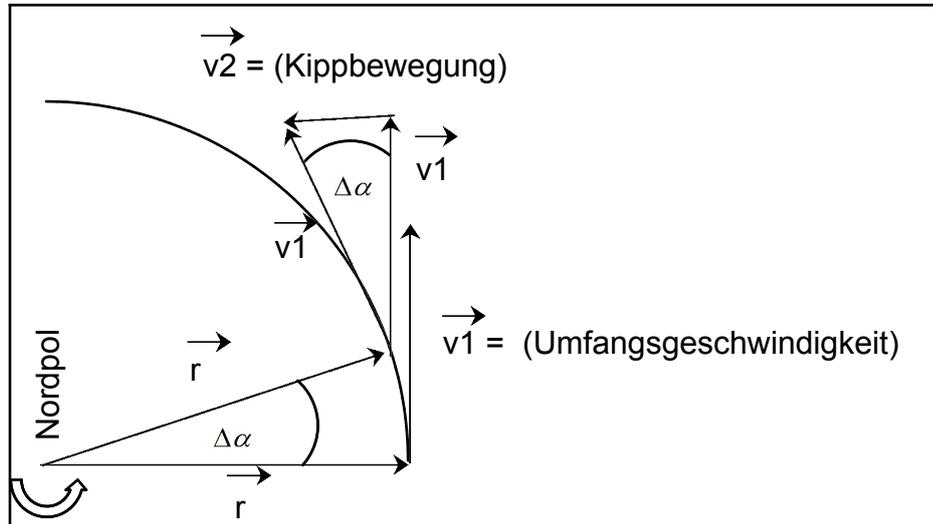


Abbildung 7: gleichförmige Kreisbewegung (Bahnbeschleunigung)⁷

Es tritt eine zum Erdmittelpunkt gerichtete Radialbeschleunigung (Bahnbeschleunigung) auf. Mit dem nahezu konstanten Betrag der Radialbeschleunigung und der Geschwindigkeit v_2 (siehe Abbildung 7) wird auch die jeweilige Kreiselachse gekippt.

Je größer der Drehimpuls des Kreisels, je größer ist auch seine Achsstabilität und je mehr Kraft wird aufgebracht, um dessen Achse zu kippen. Es überlagern sich dabei zwei Impulse. Der rotatorische Drehimpuls des Kreisels und der translatorische Impuls aus der Erdrotation, welcher rechtwinklig zum Erdradius und somit tangential von der Erde weg gerichtet ist. Mit der beschriebenen Anwendung wird der Kreisel durch die Erdrotation gekippt, ganz gleich wie groß der Drehimpuls des Kreisels ist. Weil die Winkelgeschwindigkeit der Kippbewegung nahezu konstant bleibt, nimmt im Gegensatz zur ersten Variante der Impuls der Präzessionsbewegung **proportional** mit dem Drehimpuls des Kreisels zu. Der Kraftstoß infolge der Erddrehung wird durch eine fest verbundene Achse erzungen und die Erdrotation im Gegenzug abgebremst. Wie schon bei der erste Variante haben die vier Kreisel und die Präzessionsbewegung auch bei dem eben beschriebenen Energiewandler den gleichen Drehsinn.

⁷ Kinematik und Dynamik, Martin Burow (Studiendirektor), Dr. Herbert Bieber (Oberstudienrat a. D.), S. 6

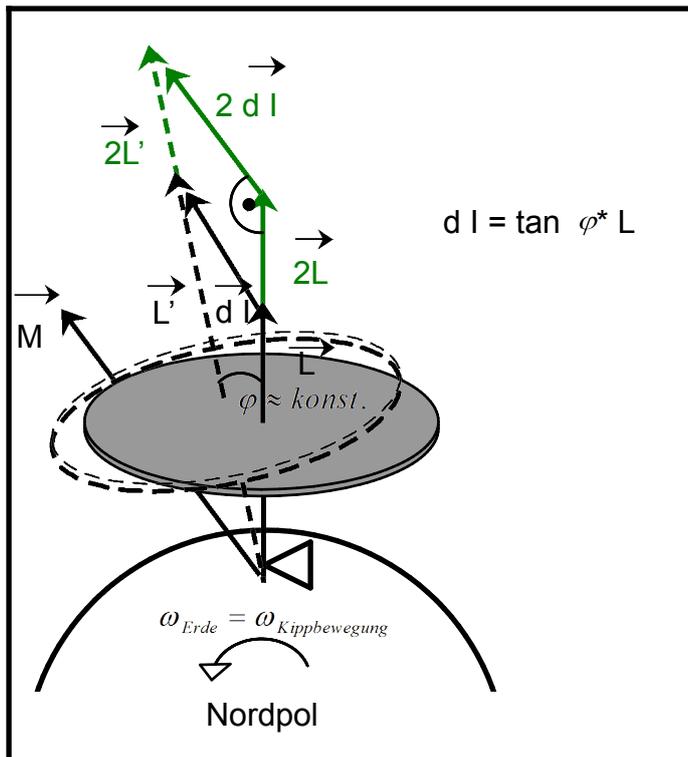


Abbildung 8: erzwungene Kippbewegung des Kreisels durch die Erdrotation

Vergleich mit einer Photovoltaikanlage durchschnittlicher Leistung:

Modulneigungswinkel (vertikal): 33° ; Südausrichtung 0° ; *Performance Ratio (PR)*: 0,75; Wirkungsgrad Zellmaterial (*monokristallines Silizium*): 15 %; $H(\text{Solar})$ $52,1^\circ$ n. Br.: $1.030 \text{ kWh/m}^2\text{a}$; ⁸ nutzbare Fläche: $A = (10.000 \text{ m}^2 / 3) \approx 3.333 \text{ m}^2$

$$P_{MPP} = 3.333 \text{ m}^2 \cdot 0,15 \cdot 1 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} = \underline{500 \text{ kW}_p}$$

$$E_{\text{elektr.}} = \frac{H_{\text{Solar}} \cdot f_{\text{Neigung}} \cdot P_{MPP} \cdot PR}{1 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}}$$

$$E_{\text{elektr.}} = \frac{1.030 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}} \cdot 1,1 \cdot 500 \text{ kW}_p \cdot 0,75}{1 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}} \approx \underline{\underline{424.875 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}}}$$

Bei **gleicher** Fläche wird durch zehn übereinander gestapelte RS2- Wandler (siehe S. 11) circa die **doppelte** jährliche Energiemenge von Photovoltaikanlagen umgewandelt. Mit dem Ansteigen der Rotationsgeschwindigkeit der Kreisler lässt sich der Energiebetrag darüber hinaus weiter steigern.

⁸ Erneuerbare Energien und Klimaschutz; Prof. Dr. V.Quaschnig, Carl Hanser Verlag München, 2008, S. 106 u. S. 122

1	A	B	C	D	E
2	Berechungsbeispiel für eine Versuchsanlage				
3				ca.	
4	Dichte von Kreisel und Halterung (Stahl)		t/m ³	7,85	
5	Masse Halterung (Kreuz)	m	kg	600	
6	Masse Kreisel	m	kg	197	
7	Gewichtskraft Kreisel		N	1.934	
8	Radius Kreisel außen	r	m	20,00	
9	Radius Kreisel innen	r	m	19,98	
10	Umfang Kreisel außen	U	m	125,66	
11	Umfang Kreisel innen	U	m	125,54	
12	Höhe Kreisel	h	m	0,010	
13	Fläche Kreisel	A	m ²	2,51	
14	Volumen Kreisel	V	m ³	0,025	
15	Drehzahl	n	U/min	45	
16	Trägheitsmoment Kreisel	J	kg*m ²	78.877,3	=E6*POTENZ(E8;2)
17	Winkelgeschwindigkeit Kreisel		rad/s	4,7	=2*PI()*E15/60
18	Umfangsgeschwindigkeit Kreisel	v	m/s	94,2	=E17*E8
19	Umfangsgeschwindigkeit Kreisel	v	km/h	339,3	=E18*3,6
20	Drehimpuls Kreisel	L	kg*m ² /s	371.700,8	=E16*E17
21					
22	mittlerer Sterntag	t	s	86.164	
23	Radius zur Nord- Süd- Achse bei 52,1° n. Br.	R	m	3.917.911	
24	Winkelgeschwindigkeit Erde		rad/s	7,29E-05	=(2*PI())/E22
25	Drehwinkel Kippbewegung (je Sekunde)		°	0,00418°	
26	Umfangsgeschwindigkeit bei 52,1° n. Br.	v	m/s	285,7	=E24*E23
27	Geschwindigkeit der Kippbewegung (52,1° n. Br.)	vK	m/s	0,021	=POTENZ(E26;2)/E23
28	Radial- / Kippbeschleunigung bei 52,1° n. Br.		m/s ²	0,021	
29	Impulsübertragung der Erde auf einen Kreisel	I	kg*m/s	1.553,0	=TAN(0,004178)*E20
30					
31	Drehmoment 1 Kreisel (r ca. 20 m)	M	Nm	31.044,0	=(E8+E9)/2)*E29
32	(r = Abstand zwischen Kreisel- u. Kreuzmitte)				
33	Impulsübertragung der 4 Kreisel auf das Kreuz	L	kg*m ² /s	124.175,9	=E31*4
34	Winkelgeschwindigkeit Kreuz		rad/s	0,224	=(E33)/E35
35	Trägheitsmoment (Kreuz + 4 Kreisel (1 Anlage))	J	kg*m ²	555.509,4	=(E5*POTENZ(E8;2))+
36	(Satz von Steiner; Technische Mechanik)				(4*E16)
37	mechanische Leistung (1 Anlage)	P	W	13.878,8	=E35*POTENZ(E34;2)/2
38	mechanische Leistung (1 Anlage)	P	PS	18,9	=E37/(9,81*75)
39	Volllaststunden im Jahr	T	h	8.760	
40	umgewandelte Energie im Jahr (1 Anlage)	E	KWh	121.579	=E39*(E37/1000)
41	umgew. E im Jahr (10 Anlagen übereinander)	E	KWh	1.215.786	
42	Einspeisevergütung		€/KWh	0,11	
43	jährliche Vergütung		€	133.736	

Die Anlage hat einen Flächenverbrauch von circa 10 m². Die Berechnungen erfolgten ohne Berücksichtigung von Widerstandskräften durch mechanische Reibung, Luftwiderstand...

1	A	B	C	D	E
2	Berechungsbeispiel für eine sehr kleine Versuchsanlage mit vier Kreisel				
3				ca.	
4	Dichte von Kreisel und Halterung (Stahl)		t/m ³	7,85	
5	Masse Halterung (Kreuz)	m	kg	60	
6	Masse Kreisel	m	kg	202	
7	Gewichtskraft Kreisel		N	1.984	
8	Radius Kreisel außen	r	m	2,10	
9	Radius Kreisel innen	r	m	2,00	
10	Umfang Kreisel außen	U	m	13,19	
11	Umfang Kreisel innen	U	m	12,57	
12	Höhe Kreisel	h	m	0,02	
13	Fläche Kreisel	A	m ²	1,29	
14	Volumen Kreisel	V	m ³	0,026	
15	Drehzahl	n	U/min	90	
16	Trägheitsmoment Kreisel	J	kg*m ²	891,8	=E6*POTENZ(E8;2)
17	Winkelgeschwindigkeit Kreisel		rad/s	9,4	=2*PI()*E15/60
18	Umfangsgeschwindigkeit Kreisel	v	m/s	19,8	=E17*E8
19	Umfangsgeschwindigkeit Kreisel	v	km/h	71,3	=E18*3,6
20	Drehimpuls Kreisel	L	kg*m ² /s	8.405,1	=E16*E17
21					
22	mittlerer Sterntag	t	s	86.164	
23	Radius zur Nord- Süd- Achse bei 52,1° n. Br.	R	m	3.917.911	
24	Winkelgeschwindigkeit Erde		rad/s	7,29E-05	=(2*PI())/E22
25	Drehwinkel Kippbewegung (je Sekunde)		°	0,00418°	
26	Umfangsgeschwindigkeit bei 52,1° n. Br.	v	m/s	285,7	=E24*E23
27	Geschwindigkeit der Kippbewegung (52,1° n. Br.)	vK	m/s	0,021	=POTENZ(E26;2)/E23
28	Radial- / Kippbeschleunigung bei 52,1° n. Br.		m/s ²	0,021	
29	Impulsübertragung der Erde auf einen Kreisel	I	kg*m/s	35,1	=TAN(0,004178)*E20
30					
31	Drehmoment 1 Kreisel (r ca. 2,05 m) (r = Abstand zwischen Kreisel- u. Kreuzmitte)	M	Nm	72,0	=((E8+E9)/2)*E29
32					
33	Impulsübertragung der 4 Kreisel auf das Kreuz	L	kg*m ² /s	288,0	=E31*4
34	Winkelgeschwindigkeit Kreuz		rad/s	0,075	=(E33)/E35
35	Trägheitsmoment (Kreuz + 4 Kreisel (1 Anlage)) (Satz von Steiner; Technische Mechanik)	J	kg*m ²	3.831,8	=(E5*POTENZ(E8;2))+ (4*E16)
36					
37	mechanische Leistung (1 Anlage)	P	W	10,8	=E35*POTENZ(E34;2)/2
38	mechanische Leistung (1 Anlage)	P	PS	0	=E37/(9,81*75)
39	Volllaststunden im Jahr	T	h	8.760	
40	umgewandelte Energie im Jahr (1 Anlage)	E	KWh	95	=E39*(E37/1000)
41					
42					
43					

Die Anlage hat einen Flächenverbrauch von circa einem Hektar. Die Berechnungen erfolgten ohne Berücksichtigung von Widerstandskräften durch mechanische Reibung, Luftwiderstand...

Im konventionellen Sinne wäre für das Hauptauflager mittig des Kreuzes ein hydrostatisches Gleitlager von Nöten. Dies bringt jedoch hohe Anschaffungs- und fortlaufende Betriebskosten mit sich. **Alternativ** wird die zentrale Lagerung, welche das gesamte Gewicht aller Kreisel, der Halterung etc. aufnimmt, mit einem sehr einfach dimensionierten Wälzlager ausgestattet. Die dann ebenfalls notwendige hydrostatische Lagerung wird wie folgt sehr kostengünstig realisiert.

Der chronologischen Reihenfolge entsprechend findet das Pascal'sche Paradoxon im Archimedischen Gesetz zur Bestimmung der Auftriebskraft keine Berücksichtigung. Das hydrostatische Paradoxon sagt aus, dass der hydrostatische Schweredruck nur von der Höhe der Wassersäule, nicht aber vom verdrängten Flüssigkeitsvolumen abhängig ist. Wenn der eingetauchte Körper vollständig von Flüssigkeit umgeben ist, erhält er bereits seine maximale Auftriebskraft, auch wenn das verdrängte Flüssigkeitsvolumen dabei nur einen Bruchteil seines Körpervolumens besitzt. Denn die Auftriebskraft resultiert aus dem Druckunterschied ober- und unterhalb des eingetauchten Körpers. Der Gefäßabstand kann dabei im Zentimeter- und Dezimeterbereich liegen, sollte aber nicht bis in den Millimeterbereich hinein reduziert werden, da ansonsten zusätzlich noch Molekularkräfte zu wirken beginnen. Diese Art der hydrostatisch Lagerung ist sehr kompakt, denn die benötigte Flüssigkeitsmenge (vorzugsweise Wasser) beträgt dabei nur einen Bruchteil vom Schwimmkörpervolumen. Im Rechenbeispiel (**siehe S. 11**) wird das Hauptauflager mit einer Masse von über 20 Tonnen belastet. Die Auftriebskraft der hydrostatische Lagerung wirkt mit dem gleichem Betrage, jedoch entgegengesetzt gerichtet zur Gewichtskraft. Die Wassereinsparung beträgt dabei über 98%. Die Rotation des Schwimmkörpers verursacht eine stationäre Parallelströmung. Vorzugsweise wird den Maschinen so viel Energie entzogen, dass die Winkelgeschwindigkeit des Schwimmkörpers sehr gering ist, was sich dann positiv auf die Flüssigkeitsreibung auswirkt. Diese wird entsprechend dem Newtonschen Reibungsgesetz berechnet. *Die Reibungskraft ist dabei dem Geschwindigkeitsgefälle und der Fläche A, mit der die Zylinderwand die Flüssigkeit berührt, proportional.*⁹

$$F_R = \eta * A * \frac{dv}{dh} \quad \eta = \text{dynamische Viskosität in } (1\text{Ns} / \text{m}^2) \text{ bzw. } (1\text{ Pa} * \text{s})$$

$$\eta = 1,005 \text{ (mPa} * \text{s) bei } 20^\circ \text{ C}$$

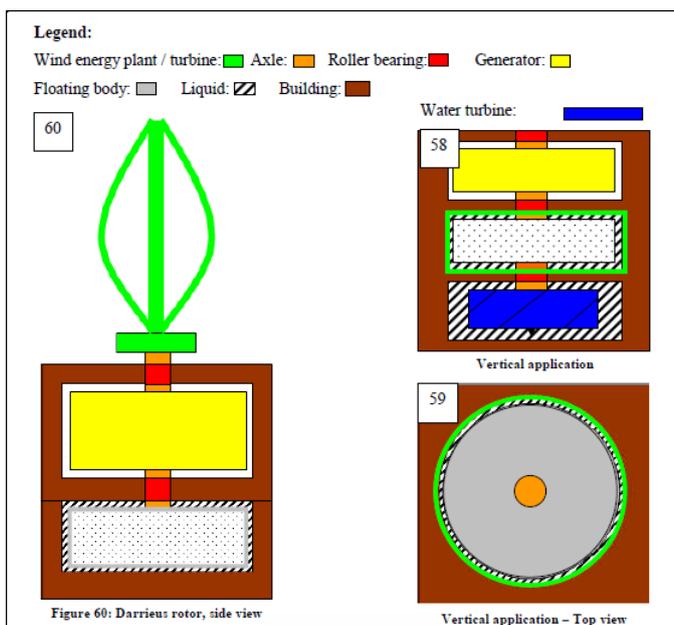


Abbildung 9:
weitere Anwendungsbereiche für die beschriebene hydrost. Lagerung
(Extension of the Archimedes Principle;
Robert Stach; 2009)

⁹ Physik für Studierende der Natur- und Ingenieurwissenschaften, 15. Auflage
Prof. Dr. sc. nat Dr.- Ing. Heribert Stroppe, Carl Hanser Verlag München, 2012, S. 128

Volumen Schwimmkörper (m ³)	Schwimmkörperhöhe (m)	Fläche (m ²)	Radius (m)	Umfanggeschw. (m/s)	Abstand Zyl.-Behälterw. (m)	Reibungskraft Fr H2O (N)	Volumen Behälter (m ³)	Volumen H2O (m ³)	Einsparung an H2O (%)	FG Schwimmkörper (N)	FA Schwimmkörper (N)	Wandstärke (0,005m) mit Deckel und ohne Boden
20,0	0,10	200,00	7,98	0,07	0,02	703,50	20,10	0,10	99,50	96305,1	99894,9	
	0,20	100,00	5,64	0,07	0,02	351,75	20,14	0,14	99,29	52147,2	144052,8	
	0,30	66,67	4,61	0,07	0,02	234,50	20,17	0,17	99,13	36807,8	159392,2	
	0,40	50,00	3,99	0,07	0,02	175,88	20,20	0,20	98,99	28897,4	167302,6	
	0,50	40,00	3,57	0,07	0,02	140,70	20,22	0,22	98,88	24028,0	172172,0	
	0,60	33,33	3,26	0,07	0,02	117,25	20,25	0,25	98,77	20709,0	175491,0	
	0,70	28,57	3,02	0,07	0,02	100,50	20,27	0,27	98,67	18290,9	177909,1	
	0,80	25,00	2,82	0,07	0,02	87,94	20,28	0,28	98,58	16444,5	179755,5	
	0,90	22,22	2,66	0,07	0,02	78,17	20,30	0,30	98,49	14984,7	181215,3	
	1,00	20,00	2,52	0,07	0,02	70,35	20,32	0,32	98,41	13798,8	182401,2	

Berechnungsbeispiel: hydrostatische Lagerung

Es erfolgt eine konstante Energieumwandlung das ganze Jahr lang, dies entspricht ca. 8.760 Volllaststunden. Selbst unter der Erdoberfläche, z.B. in alten Bergwerksstollen ist ein ungestörter Betrieb sehr gut möglich. Der Betrag an umgewandelter Energie wächst sogar mit dem **Volumen**. Entsprechend den örtlichen Gegebenheiten können somit mehrere Anlagen übereinander gebaut werden, welche zudem immer **klimateutral** arbeiten.

Zum Vergleich:

*Ein guter Binnenlandstandort kommt bei der Windenergienutzung auf 2000 Volllaststunden.*¹⁰

Photovoltaikanlagen haben zudem aufgrund der Abschattung und dem daher nötigen großen Modulreihenabstand einen ungünstigeren Flächennutzungsgrad.

Die hier beschriebenen Varianten arbeiten allesamt in Äquaturnähe mit der größten Leistung (größte Umfangsgeschwindigkeit und größte Radialbeschleunigung). 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 Massen von ihrer Rotationsachse). Verringert sich die Rotationsenergie der Erde, verkleinert sich auch deren Winkelgeschwindigkeit.

Die Rotationsenergie der Erde beträgt ca.: $W_{rot} \approx 2,14 * 10^{29} J$ ¹¹

*Der weltweit jährliche Energieverbrauch betrug Ende 2015 ca.: 550 EJ*¹²

Die Rotationsenergie der Erde entspricht somit circa dem 390-millionenfachen des weltweit jährlichen Energiebedarfs.

Die Verlangsamung der Erddrehung aufgrund der Wechselwirkung zwischen Erde, Mond und Sonne (Entstehen von Ebbe und Flut) ist ein natürliches Beispiel für den gleichen physikalischen Zusammenhang. Gewaltige Wassermassen werden unter der Einwirkung der Gezeitenkräfte von der Erde entfernt und anschließend wieder vom Erdschwerefeld herangezogen. *Die Gezeitenwelle hat auf offener See einen Höhenunterschied von etwas mehr als 1 Meter.*¹³ Die Tageslänge nimmt aufgrund der „Gezeitenreibung“ jährlich allerdings um **nur** rund 18 μs pro Jahr zu.¹⁴ Die Dauer einer Erdrotation erhöht sich somit in 100.000 Jahren um ungefähr 1,8 Sekunden. Die **Ozeanoberflächen** und der **feste Erdboden** heben und senken sich täglich im Mittel um ca. 30 Zentimeter.¹⁵

¹⁰ Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Volker Quaschnig, Carl Hanser Verlag München, 2008, S. 207

¹¹ ESRI Portal

¹² Energiestudie 2016, Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen, BRG, S. 37

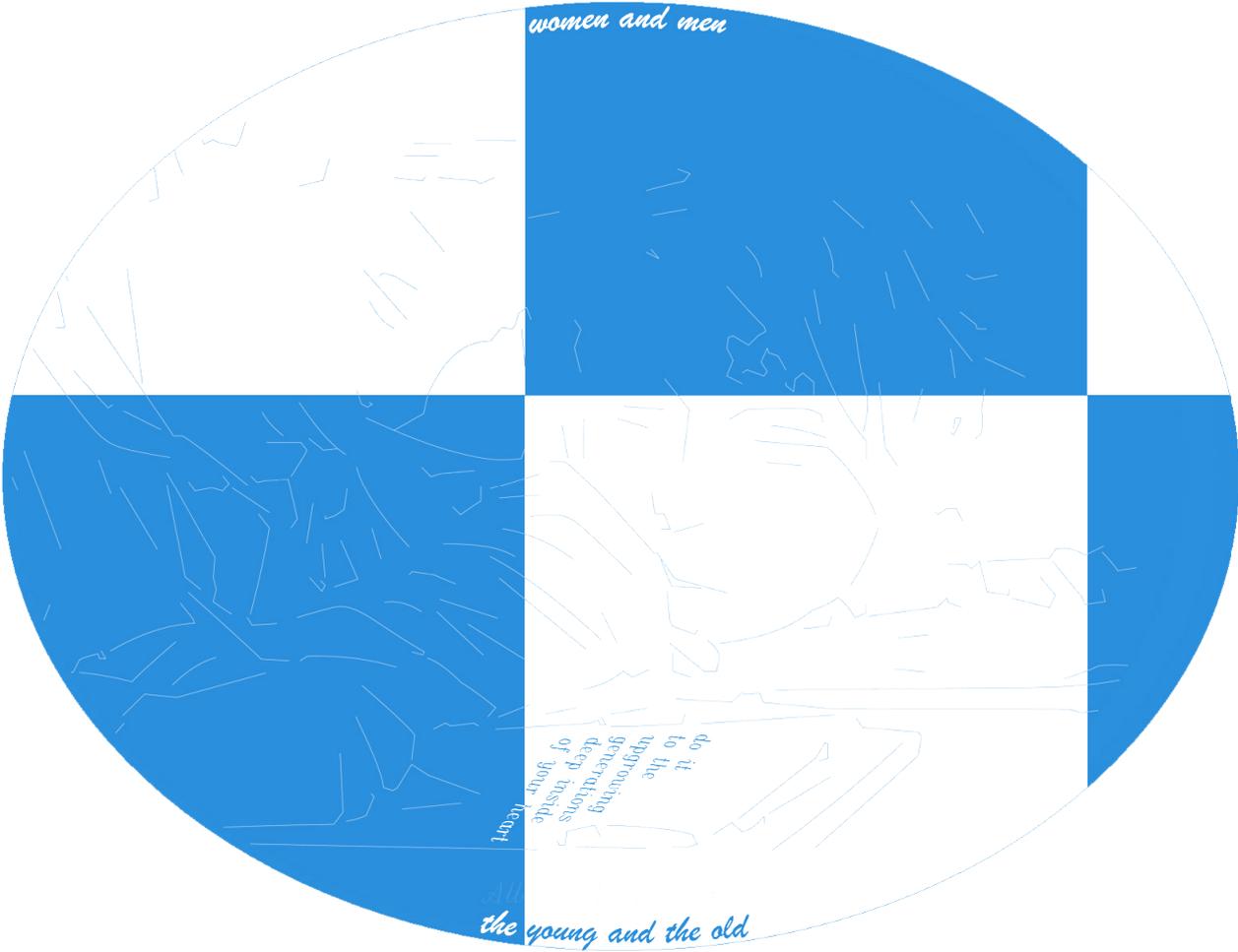
¹³ Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Volker Quaschnig, Carl Hanser Verlag München, 2008, S. 224

¹⁴ Wikipedia, Erdrotation, Aufruf am 20.11.2016

¹⁵ Kosmos Himmelsjahr 2014, Glossar, Gezeiten

Angesichts klimatischer Herausforderungen (anthropogene Klimawandel) und wachsender politischer Spannungen aufgrund von schwindenden fossilen Brennstoffen möchte ich festhalten:

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



Anhang 1:

Der Drehsinn der Erdrotation und die Bewegung der Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne in Hinblick auf das Michelson- Experiment (Wahl der Bezugssysteme) und das 2. Postulat - Konstanz der Lichtgeschwindigkeit:

Für einen Fußgänger ist es ohne großen Kraftaufwand möglich, sich entgegen der Drehrichtung unserer Galaxis zu bewegen. Diese bewegt sich immerhin mit *ca. 250 km/s (ca. 900.000 km/h)*⁹. Auf ein nahezu mit konstanter Geschwindigkeit geradeaus schnell fahrendes Auto oder fliegendes Flugzeug wirkt ebenfalls fast keine Beschleunigungskraft- es findet kaum eine Richtungs-/Geschwindigkeitsänderung statt. Wird dabei im fahrenden Auto / fliegenden Flugzeug ein Ball mit gleicher Kraft in die entgegengesetzte Fahrt - Flugrichtung geworfen, herrschen die gleichen Umgebungsbedingungen wie bei einer stehenden Person vor. Wird die Wurfgeschwindigkeit im fahrenden Auto / fliegenden Flugzeug in Fahrt-/ Flugrichtung und in die entgegengesetzte Richtung gemessen, ergeben sich **identische Werte**. Die Geschwindigkeitsunterschiede lassen sich nur aus ruhender Position und **außerhalb** des Autos, des Flugzeuges und beim Michelson - Experiment **außerhalb** der Erde messen. Für einen Beobachter auf der Erde bleibt die Geschwindigkeit mit der sich die technische Anwendung tangential von der Erde entfernt unverändert. Dies gilt unabhängig davon, ob sich die technische Anwendung aufgrund der Erdrotation gerade in Richtung der Erdumlaufbahn um die Sonne bewegt oder entgegengesetzt dazu. Dementsprechend verhält es sich auch mit der Lichtgeschwindigkeit beim Michelson- Experiment für einen Beobachter auf der Erde.

*Da die beiden Teilbündel im Fernrohr interferieren, sollte sich die Interferenzerscheinung ändern und je nach der ursprünglichen Phasenlage eine Aufhellung oder Verdunkelung beobachtet werden. Es war aber keine Veränderung zu erkennen...Das Experiment wurde zu verschiedenen Zeiten an verschiedenen Orten der Erde wiederholt, stets mit dem gleichen Ergebnis. **Michelson selbst bezeichnete den Versuch enttäuscht als Fehlschlag und meinte, dass in der Theorie selbst noch ein Problem stecke, das noch nicht genügend geklärt sei.**^a*

^a Metzler Physik, 3. Auflage, Schrodell Verlag GmbH, Hannover, 1998, S. 344

⁹ Kosmos Himmelsjahr 2014

Emittiertes Licht ist eine elektromagnetische Strahlung im sichtbaren elektromagnetischen Spektrum mit zeitlich und räumlich periodischen Änderungen der elektrischen und magnetischen Feldstärke.^b Es wird elektromagnetische Feldenergie in Form von Photonen (Lichtquanten) transportiert, aber **keine Materie**. In Teilchenbeschleunigern können Elementarteilchen aufgrund ihrer Masse nicht auf und über die Lichtgeschwindigkeit hinaus beschleunigt werden. Licht dagegen besteht **nicht** aus Masseteilchen, sondern **nur aus Energie**. Entsprechend dem Compton- Effekt können aber Photonen z.B. bei Stoßvorgängen kinetische Energie an Elektronen abgeben.^c

Es wird deutlich, dass das Michelson- Experiment **nicht** beweisen kann, dass die Lichtgeschwindigkeit tatsächlich immer **konstant** ist und auch noch bei zusätzlichen Beschleunigungskräften **konstant** bleibt.

Dies gilt es zu **überprüfen**, denn Albert Einstein bezog sich beim Aufstellen der Relativitätstheorie auf das Michelson- Experiment (2. Postulat - Konstanz der Lichtgeschwindigkeit).^d

Eine neue Experimentieranordnung könnte wie folgt stattfinden:

Zu Beginn befinden sich beide Lichtquellen parallel nebeneinander angeordnet und zeigen in die gleiche Richtung. Anschließend werden diese gleichzeitig jedoch in entgegengesetzte Richtungen beschleunigt. Durch das Interferometer wird beobachtet, ob sich die Interferenzerscheinungen ändern.

Interessant:

By measuring the brightness of the supernova as seen from Earth, astronomers could then determine the distance to the supernova. From the redshift of the light from the galaxy containing the supernova, astronomers could also determine how fast the galaxy is receding from us. Combining all this information, they could then calculate the expansion rate of the universe. The conclusion is that the expansion is indeed accelerating as predicted by the theory of dark energy (Fig. 44-6). However, we still scarcely have a clue as to what this dark energy is.^f

1. Theorie

One explanation for dark energy is that it is a property of space. Albert Einstein was the first person to realize that empty space is not nothing. Space has amazing properties, many of which are just beginning to be understood. The first property that Einstein discovered is that it is possible for more space to come into existence. Then one version of Einstein's gravity theory, the version that contains a cosmological constant, makes a second prediction: "empty space" can possess its own energy. Because this energy is a property of space itself, it would not be diluted as space expands. As more space comes into existence, more of this energy-of-space would appear. As a result, this form of energy cause the universe to expand faster and faster. Unfortunately, no one understands why the cosmological constant should even be there, much less why it would have exactly the right value to cause the observed acceleration of the universe.

^b Physik für Studierende der Natur- und Ingenieurwissenschaften, 15. Auflage
Prof. Dr. sc. nat Dr.- Ing. Heribert Stroppe, Carl Hanser Verlag München, 2012, S. 347

^c Duden, Physik, Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2001, S. 93, 95,

^d Metzler Physik, 3. Auflage, Schroedel Verlag GmbH, Hannover, 1998, S. 345

^e Metzler Physik, 3. Auflage, Schroedel Verlag GmbH, Hannover, 1998, S. 358

^f Fundamentals of physics, Halliday & Resnick, Jearl Walker, 9.th Edition, S. 1243

2.

Another explanation for how space acquires energy comes from the quantum theory of matter. In this theory, „empty space“ is actually full of temporary („virtual“) particles that continually form and then disappear. But when physicists tried to calculate how much energy this would give empty space, the answer came out wrong- wrong by a lot. The number came out 10^{120} times too big...

3.

Another explanation for dark energy is that it is a new kind of dynamical energy fluid or field, something that fills all of space but something whose effect on the expansion of the universe is the opposite of that of matter and normal energy. Some theorists have named this „quintessence“, after the fifth element of Greek philosophers. But if quintessence is the answer, we still don't know what it is like, what it interacts with, or why it exists...

4.

A last possibility is that Einstein's theory of gravity is not correct. That would not only affect the expansion of the universe, but it would also affect the way that normal matter in galaxies and clusters of galaxies behaved. This fact would provide a way to decide if the solution to the dark energy problem is a new gravity theory or not: we could observe how galaxies come together in clusters. ...^h

Entfernen sich Lichtquelle und Empfänger relativ voneinander, so ist die empfangene Wellenlänge gegenüber der ausgesandten Wellenlänge rotverschoben (optische Doppler- Effekt). Aus der Rotverschiebung lässt sich eine Fluchtgeschwindigkeit der Galaxien berechnen. Hubble machte die überraschende Feststellung, dass die relative Fluchtgeschwindigkeit umso größer ist, je weiter die Galaxien voneinander entfernt sind. Man erklärt dies heute mit der Expansion des Universums. Aus der Rotverschiebung sehr weit entfernter Galaxien ergeben sich Fluchtgeschwindigkeiten, die immer mehr an die Lichtgeschwindigkeit heranreichen.^e

Astronomers theorize that the faster expansion rate is due to a mysterious dark force that is pulling galaxies apart.^h

Steigt die Fluchtgeschwindigkeit der elektromagnetischen Strahlung darüber hinaus weiter an, verringert sich auch die Frequenz entsprechend der Rotverschiebung fortlaufend, bis diese nicht mehr messbar wird (Dunkle Energie). Für die Energie der elektromagnetischen Strahlung **gilt auch die Äquivalenz von Energie und Masse**, sodass diese Massenanziehungskräfte besitzt und Stoßvorgänge (Compton- Effekt) ausführen kann, obwohl die Lichtquanten selbst **keine** Ruhemasse besitzen. Eine Energiesteigerung wird auch hier mit einem Anstieg an dynamischer Masse einhergehen.

Das zuvor von mir Geschriebene stützt die vierte Theorie. Es bleibt dabei die Frage offen, wieviel Energie der elektromagnetischen Strahlung dafür zusätzlich hinzugeführt werden muss und wie gut diese dann auf weitere elektromagnetische Strahlung reagiert- in Hinblick auf technische Anwendungen.

^h <https://science.nasa.gov/astrophysics/focus-areas/what-is-dark-energy> (Internetaufruf am 03.10.2018)

Selbstständigkeitserklärung:

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 3“ selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel und Quellen angefertigt habe.

Magdeburg, 03.10.2018
Germany