

**Veranstaltung LMUgrün am 4. Juli 2019**

**In der Großen Aula der Ludwig-Maximilians-Universität München**

**17 Ziele für eine nachhaltige Entwicklung -**

**Die Rolle der Wissenschaft bei der Umsetzung der Sustainable Development Goals**

## **Impulsreferat von Scientists for Future (S4F)**

**Dr. Michael Stöhr**

**überarbeitete Fassung vom 14. Juli 2019**

Es ist nicht genug zu wissen – man muss auch anwenden. Es ist nicht genug zu wollen – man muss auch tun. So Goethe, der damit umspannt, worüber wir an diesem Abend uns gegenseitig zuhören können.

Wir wissen viel und handeln wenig. So die Einladung zu dieser Veranstaltung.

Wie aber kommen wir vom Wissen zum Handeln? Konkreter heute Abend: Wie kommen wir zur Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele? Und welche Rolle spielt darin die Wissenschaft?

Zunächst zum Wissen. Wie können wir zum Beispiel sicher wissen, dass der Klimawandel oder das Artensterben sich so entwickeln werden, wie vorhergesagt, dass man von Katastrophen sprechen kann?

Betrachten wir zunächst ein andres Beispiel, ein weniger umstrittenes: Wie können wir sicher wissen, dass sich die Erde um die Sonne dreht? Kaum einer hier vermag wohl, dies gegenüber Zweiflern zu begründen. Jedem bliebe wohl nur ein dünnes Die-Wissenschaft-hat-festgestellt.

Gleichwohl gibt es niemanden, der nicht überzeugt wäre, dass dies so ist. Eine Ausnahme fällt mir ein: Fräulein Emmerling, meine Grundschullehrerin. Sie lehrte mich das Gegenteil. Ich erwähnte das beim Abendessen. Mein Vater fiel vom Stuhl, zog mich ins Wohnzimmer und erklärte mir die halbe Nacht, wie die Dinge wirklich liegen. Am nächsten Morgen versuchte ich dann meinerseits Fräulein Emmerling das zu erklären, was unser Verhältnis trübte.

Wirklich zu erklären, wie die Dinge liegen, ja es überhaupt zu klären, ist in der Tat nicht ganz so einfach, wie auf den ersten Blick es scheint. Ἀριστοτέλης (Aristoteles), Ἀρίσταρχος ὁ Σάμιος (Aristarchos von Samos), Κλαύδιος Πτολεμαῖος (Claudius Ptolomaeus) und andere interpretierten jeweils die gleichen astronomischen Beobachtungen in verschiedener Weise. Die einen rückten die Erde, die anderen die Sonne ins Zentrum des Universums, um jene zu deuten. Beide Modelle erklären nämlich ähnlich gut die astronomischen Beobachtungen der Antike, wenn auch auf unterschiedlich komplizierte Weise.

Man beachte: Nicht nur die Gesetzentwürfe des Innenministers, sondern auch die der Natur können unnötig kompliziert formuliert werden.

Interessant ist nun das Argument, mit dem Nicolaus Copernicus in der Renaissance dem heliozentrischen Modell den Vorzug gab. Er griff zu einer andren Disziplin, der Kunsttheorie seiner Zeit, und kritisierte das geozentrische Weltbild als unästhetisch.

In der Einleitung zu *de revolutionibus orbium coelestium* vergleicht es mit einem menschlichen Körper, dessen Glieder ohne rechte Proportion zusammengesetzt diesen mehr als ein Monstrum denn als ein Mensch erscheinen lassen.

Im Kern sagt er damit: Das heliozentrische Weltbild ist richtig, weil im Gegensatz zum geozentrischen darin alle Dinge ins richtige Verhältnis gesetzt sind und es im Ganzen schlicht, einfach und schlüssig ist und keiner willkürlichen Zusätze bedarf, um Wesentliches darin zu erklären.

Wir wissen also, dass sich die Erde um die Sonne dreht, nur dadurch, dass eine Vielzahl von Beobachtungen in einen Zusammenhang gebracht wurde, eben in ein Modell, eine Theorie und sich unter den verschiedenen Möglichkeiten dies zu tun, eine besonders auszeichnet, indem sie schön ist.

Es ist nicht ein Wissen vieler Einzeldinge, sondern des Zusammenhangs. Erst das ermöglicht Handeln. Im konkreten Fall, lässt es uns Sonden zu Planeten und ihren Monden schicken – Voraussetzung weiterer Erkenntnisse, etwa die Bestätigung, dass unsere Verfahren, die Treibhauswirkung von Gasen zu berechnen, auch die Temperaturen dort erklären können.

Etwa ein Jahrhundert nach Kopernikus wagte Galilei es, die exakten Methoden der Mathematik auf ungenaue Messungen wie die des freien Falls von Körpern anzuwenden. Eine Steilvorlage für Menschen, die gern ja aber sagen – oft schon, bevor man auch nur einen Satz zu Ende sagen konnte.

Einwände im wissenschaftlichen Diskurs sind wichtig, hinter asthmatischem Ja-aber steckt jedoch meist Angst ohne Verstand und ein falsches Verständnis von Wissenschaft. Nämlich die Vorstellung, dass eine Überlegung im Ganzen falsch sei, wenn sich etwas finden lässt, das darin nicht erwähnt wurde. Das kann der Fall sein, muss es aber nicht.

Die Physik zumindest ist nicht genau, sondern wohldosiert ungenau. Sie sagt, die Erde sei eine Kugel, obwohl der Abstand von der Oberfläche zum Mittelpunkt nicht überall der gleiche ist. Dennoch ist es meistens sinnvoll und weiterführend, die Erde als eine Kugel zu betrachten.

Wohldosierte Ungenauigkeit ist möglich, weil zwar alles mit allem zusammenhängt, aber eben nicht jedes mit jedem in gleicher Weise. Es gibt stärkere und schwächere Zusammenhänge. Ich vermute, dies ist grundsätzlicher Natur und wage im Folgenden, es über die Physik hinaus als gültig anzunehmen.

Wohldosierte Ungenauigkeit ist die Voraussetzung dafür, dass Dinge zueinander in Beziehung gesetzt werden können, auch damit darüber gesprochen werden und weiterführende Überlegungen angestellt werden können. Sie ist damit eine Voraussetzung angemessener Reduktion von Komplexität und der Zusammenfassung von Erkenntnissen. Voraussetzung für gegenseitige Mitteilung und kritische Prüfung. Voraussetzung für Wissenschaftskommunikation, nicht als etwas, das der eigentlichen Wissenschaft im Nachgang hinzugefügt würde, sondern als eines ihrer grundlegenden eigenen Verfahren.

Ob dann jeweils wohldosiert vereinfacht wurde oder doch zu stark oder zu wenig, ist natürlich kritisch zu überprüfen. Erst im kritischen Diskurs schält wissenschaftliche Wahrheit sich dann heraus. Die Tatsache, dass es Wissenschaftler gibt, die einer Meinung widersprechen, allein ist noch kein Kriterium, dass diese falsch ist.

Einsteins Relativitätstheorie zum Beispiel wurde von seinen Fachkollegen jahrelang sehr kritisch hinterfragt. Er revanchierte sich dann bei der Quantentheorie. Das Ergebnis dieser Prüfungen war übrigens kein Kompromiss, in dem sich jeder mit dem wiederfinden konnte, was ihm als erstes durch den Kopf geschossen war, sondern die jeweilige volle Annahme der geprüften Theorie und ihr vertieftes Verständnis.

Die Berichte des Weltklimarats sind nun ein Beispiel einer Zusammenfassung wissenschaftlicher Erkenntnisse zu einem sehr komplexen Sachverhalt, die von einer sehr großen Zahl von Wissenschaftlern nach allen Richtungen hin geprüft und in einen stimmigen Zusammenhang gesetzt wurden. Darum sind sie mit einem hohen Grad an Sicherheit in ihren wesentlichen Aussagen auch wahr.

Ein Zwischenfazit:

Wissenschaft versucht Strukturen im Komplexen zu erkennen und bevorzugt zur Beschreibung von Wirklichkeit solche, die einfach, durchgängig und ohne willkürliche Annahmen sind.

Wissenschaft prüft Ergebnisse gründlich und der kritische Diskurs erst schafft ein hohes Maß an Gewissheit. Er ist nicht, wie viele glauben, Zeichen von Ungewissheit, sondern gerade Voraussetzung von Gewissheit – ähnlich wie der Diskurs in der Demokratie nicht Zeichen schlechter, sondern Voraussetzung guter Politik ist.

Bei all dem unterscheidet Wissenschaft verschiedene Grade von Bedeutung, reduziert Komplexität, lässt Einzelheiten aus und ist wohl dosiert ungenau.

Dies erst erlaubt Zusammenfassung, Mitteilung, damit Wissen und letztlich Handeln.

Dass wir in eine Klimakatastrophe steuern, wissen wir sicher.

Die 17 Nachhaltigkeitsziele der Agenda 2030 sollen Handeln ermöglichen, doch sind sie weit davon entfernt dem ästhetischen Kriterium stringenter Systematik zu entsprechen und widerspiegeln nicht das Ideal einer wissenschaftlichen Theorie. Es überrascht nicht, dass es dann beim Handeln Schwierigkeiten gibt.

Nichtsdestotrotz formulieren sie Ziele, deren Umsetzung von höchster Bedeutung und Dringlichkeit für die Menschheit als Ganzes ist, wobei es Unterschiede in Bedeutung und Dringlichkeit bei den einzelnen Zielen gibt. Einige adressieren Probleme, die zum Ende unserer Zivilisation in wenigen Jahrzehnten führen können, nämlich die Klimakrise und das Artenmassensterben, andere sind im Vergleich dazu weniger bedeutend und / oder nicht so dringend.

Es bedarf also zunächst der Systematisierung. Was zum Handeln führen soll, muss auch das Handeln reflektieren und Lösungswege aufzeigen. Ich greife eine Option dazu heraus: Die vollständige Umstellung der Energieversorgung der Welt auf Erneuerbare Energien.

Seit Mitte der 1990er Jahre wurden Modellrechnungen erstellt, wie ganze Länder, Ländergruppen oder eben die gesamte Welt mit Erneuerbaren Energien versorgt werden können. Berechnet wird jeweils, welche Variante zu den geringsten Kosten führt.

Die Ergebnisse der Modelle unterscheiden sich im Wesentlichen durch den als optimal identifizierten Mix verschiedener Erneuerbarer Energien und den Anteil an Energieeinsparung.

Mussten in den 1990er Jahren noch etwa 50 % Energieeinsparung und weitgehende Verhaltensänderungen angenommen werden, ist heute eine vollständig erneuerbare Energieversorgung zu etwas geringeren Gesamtkosten als mit dem jetzigen Energiesystem möglich, ohne dass nennenswert Energie beim Endverbraucher eingespart oder sonst ein Verhalten geändert werden muss.

Es gibt gute Gründe dennoch den Endenergieverbrauch zu senken und Verhalten zu ändern, aber nicht, weil Erneuerbare Energien nicht hinreichend vorhanden oder zu teuer wären.

Das ist eine Folge der rasanten Kostenreduktion insbesondere bei Photovoltaik- und Windstrom als Folge des deutschen Erneuerbare-Energien-Gesetzes, des EEG, in den Fassungen der Jahre 2000, 2004 und 2009 und seiner Übernahme in vielen weiteren Ländern. Eine starke Kostenreduktion war zwar prognostiziert und angestrebt, doch übertraf die Wirklichkeit dann auch die Vorstellungen der größten Optimisten.

Das EEG hat in den Markt eingegriffen und auf der obersten Stufe der Wertschöpfung, der Stromerzeugung, einen Mindestpreis vorgeschrieben, zu dem der Strom aufgekauft werden musste. Auf allen Wertschöpfungsstufen darunter, bis hin zur fertig installierten Anlage, herrschte reger Wettbewerb, wodurch die Kosten der Anlagen rapide sanken.

Die Alternative, Ausschreibungen fester Mengen, nehmen auch einen Eingriff in den Markt vor, regeln aber nicht den Preis, sondern die Menge des Endprodukts. Sie sind damit in erster Linie ein Mittel zu begrenzen, wenn nicht zu verhindern, nicht zu fördern.

Die Erfolgsgeschichte des EEG von 2000 bis 2011 ist ein Beispiel, dass nicht nur Katastrophen, sondern auch ihre Lösungen sich schneller entwickeln können als gedacht, wenn man den richtigen Rahmen setzt.

Der weitgehende Zusammenbruch der deutschen Industrie Erneuerbarer Energien seit 2012 und der Verlust von über 100.000 Arbeitsplätzen in einer hochinnovativen Zukunftsbranche sind ein beredtes Beispiel, wie man effektiv verhindern kann, was man mit Worten preist, doch insgeheim nicht will.

Zurück zu den Modellrechnungen.

Eine aktuelle der Lappeenranta Universität in Finnland berechnet eine kostenoptimale 100 % erneuerbare Energieversorgung der gesamten Welt mit folgenden Eckdaten:

Wachstum des globalen Endenergieverbrauchs um 1,8 % pro Jahr, keine Endenergieeinsparung in der Summe.

Fast die gesamte Energie für den Strom-, Wärme-, Transport- und Meerwasserentsalzungssektor wird zunächst in Form von Strom bereitgestellt.

PV-Anlagen liefern global 69 % der Primärenergie, Windenergieanlagen 18 %, alle anderen Quellen zusammen nur 13 %. Je nach Land ist der Mix ein wenig anders.

Fast die gesamte Energieversorgung erfolgt lokal oder regional mit wenig Transport von Energie, aber mit Speicherung.

Die Energiekosten liegen dann leicht unter den heutigen.

Andere Modellrechnungen mit etwas anderen Annahmen im Detail kommen im Wesentlichen zu ähnlichen Ergebnissen.

Dass diese ein gesamtenergiewirtschaftliches Optimum beschreiben, liegt im Kern an folgendem:

Photovoltaik- und Windkraftanlagen sind mittlerweile in vielen Ländern die kostengünstigsten Technologien zur Energiebereitstellung überhaupt.

Sie sind auch sehr effizient in Bezug auf die in Anspruch genommene Fläche, viel effizienter als zum Beispiel Energiepflanzen, aber auch als Kohlekraft.

Die Photovoltaik ist beliebig skalierbar, sie kann im allerkleinsten wie in sehr großem Maßstab Energie bereitstellen und sie ist weltweit einsetzbar.

Eine solche 100 % erneuerbare Energieversorgung leistet nun den zentralen Beitrag zu zwei von 17 Nachhaltigkeitszielen:

Sie sichert den Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und zeitgemäßer Energie für alle zu 100 %.

Sie bekämpft den Klimawandel und seine Auswirkungen und löst zu einem großen Teil eines der Probleme, die das Ende unserer Zivilisation bedeuten können.

Die in der Lappeenranta-Studie skizzierte Energieversorgung mit Erneuerbaren Energien ist in hohem Maße dezentral, begünstigt eine größere Zahl und Vielfalt wirtschaftlicher Akteure unterschiedlicher Größe, erlaubt mehr Menschen auch Einkommen aus Kapital zu beziehen, nicht nur aus Arbeit. Sie begünstigt ländliche Regionen und reduziert ungleiche Entwicklungschancen.

Damit kann sie zumindest dazu beitragen weitere acht Nachhaltigkeitsziele zu erreichen, die Armut, Gesundheit, Bildung, Wasser- und Sanitärversorgung, wirtschaftliche Tätigkeiten, Infrastruktur, gleiche Lebenschancen und nachhaltige Stadtentwicklung adressieren.

Zu den übrigen sieben Nachhaltigkeitszielen kann sie jedoch keinen nennenswerten Beitrag leisten. Darunter sind zwei, die kritisch für das Überleben unserer Zivilisation sind: der Schutz der Ozeane und der Landökosysteme.

Um diese zu erreichen sind weitere Maßnahmen erforderlich, etwa die Umstellung auf Ökolandbau und nachhaltige Fischerei, den Schutz von Biotopen und die Beendigung der Nutzung nicht biologisch abbaubarer Materialien. Diese Maßnahmen leisten dann auch einen wesentlichen Beitrag zur Lösung der Klimakrise und ergänzen die Umstellung auf eine 100 % erneuerbare Energieversorgung.

Mir ist kein entsprechendes Modell einer fossilen und / oder nuklearen Energieversorgung bekannt, dass auch nur ansatzweise Vergleichbares leistet. Schlimmer noch, Gesprächspartner, die ich darum bitte, mir doch wenigstens in Ansätzen aufzuzeigen, wie eine künftige Energieversorgung aussehen könnte, die nicht zu 100 % auf Erneuerbaren Energien beruht, verweigern entweder die Antwort gleich oder geben nach drei Sätzen auf. Es gibt keinen Plan A für eine fossile und / oder nukleare Energieversorgung, der über die nächsten Jahre hinausreicht!

Alle sogenannten Prognosen, die eine weiterhin fossile und / oder nukleare Energieversorgung vorsehen, ignorieren sowohl die Höhe der noch vorhandenen Ressourcen an fossilen Brennstoffen und Uran, als auch die Klimakrise.

Es gibt Versatzstücke von Alternativen, die ernsthaft diskutiert werden, etwa die Kernfusion oder die Kohlendioxidabscheidung. Leider funktioniert bislang weder das eine noch das andere. Ihre Verfügbarkeit anzunehmen und einzuplanen gleicht einem Verstoß gegen das kopernikanische Prinzip, nachdem in wissenschaftlichen Modellen keine willkürlichen Annahmen getroffen werden sollen.

Was dagegen schlüssig und ohne willkürliche Annahmen aufgezeigt werden kann, ist eine vollständige Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen.

In allen Modellen, die dies darstellen, wird ein kostenoptimaler Endzustand oder ein kostenoptimaler Übergang zu einem sehr hohen Anteil Erneuerbarer Energien aufgezeigt. Wenn nun unsere Marktwirtschaft, die ja zum wirtschaftlichen Optimum führen soll, nicht von selbst in diese Richtung steuert, stellt sich Frage, welche Faktoren es denn sind, die dies verhindern, und wie denn unsere Marktwirtschaft zu gestalten ist, damit sie dies erreicht – in den Grenzen, die durch die Natur gesetzt sind.

Ich komme zum Schluss.

Die 17 Nachhaltigkeitsziele sind eher inkonsistent zusammengestellt. Weder sind innere Zusammenhänge in der Darstellung erkennbar, noch ist eine Strukturierung nach Relevanz und Dringlichkeit erfolgt. Damit wird effizientes Handeln ausgebremst.

Der zentrale Mangel ist das Fehlen eines einvernehmlichen Modells guten Lebens für alle Menschen auf der Erde, das mit deren natürlichen Grenzen verträglich ist.

Die Forderung nach dauerhaftem Wirtschaftswachstum steht im Konflikt mit diesen Grenzen. Mit einem Wort: das geht nicht. Zu klären wäre hier jedoch, was da denn wachsen soll, ob wirklich etwas wächst oder nicht eher der Maßstab schrumpft, und ob nicht besser von der Deckung menschlicher Bedürfnisse durch hinreichende wirtschaftliche Tätigkeit die Rede sein sollte als von dauerhaftem Wirtschaftswachstum.

Von den 17 Nachhaltigkeitszielen stehen drei im Zusammenhang mit ökologischen Katastrophen, die das Potenzial haben, unsere Zivilisation in der Mitte dieses Jahrhunderts zu vernichten: die Klimakrise und das Artenmassensterben. Diese drei Ziele sollten vorrangig verfolgt werden.

Dazu sind vier Maßnahmen von zentraler Bedeutung:

Die vollständige Umstellung der Energieversorgung auf 100 % Erneuerbare Energien.

Die Beendigung der Massentierhaltung, die Umstellung der Landwirtschaft auf Ökolandbau und der gezielte Aufbau von Humus zur Kohlenstoffbindung auf Agrarflächen.

Die Schaffung ausreichender Schutzzonen für Tiere und Pflanzen.

Der weitgehende Ersatz von Materialien, die nicht vollständig recyclebar sind, insbesondere der vollständige Ersatz von Plastik durch biologisch abbaubare Materialien.

Nach aktuellem Stand der Forschung, insbesondere dem zur Klimakrise, sollten diese Maßnahmen bis 2035 abgeschlossen sein.

Katastrophen können ihre Wirkung sehr schnell entfalten, Lösungen auch!

## Literaturhinweise

**Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.** Agenda 2030 - 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung. [Online] [Zitat vom: 30. Juni 2019.]  
[http://www.bmz.de/de/ministerium/ziele/2030\\_agenda/17\\_ziele/index.html](http://www.bmz.de/de/ministerium/ziele/2030_agenda/17_ziele/index.html).

**Copernicus, Nicolaus. 1543.** *De revolutionibus orbium coelestium*. 1543.

**Goethe, Johann Wolfgang von. 1829.** *Wilhelm Meisters Wanderjahre*. 1829.

**Livio, Mario. 2001.** *Das beschleunigte Universum - Die Expansion des Alls und die Schönheit der Wissenschaft*. Stuttgart : s.n., 2001. ISBN 3-440-08886-3.

**Ram M., Bogdanov D., Aghahosseini A., Gulagi A., Oyewo A.S., Child M., Caldera U., Sadovskaia K., Farfan J., Barbosa LSNS., Fasihi M., Khalili S., Dalheimer B., Gruber G., Traber T., De Caluwe F., Fell H.-J., Breyer C. 2019.** *Global Energy System based on 100% Renewable Energy – Power, Heat, Transport and Desalination*. Lappeenranta, Berlin : Lappeenranta University of Technology and Energy Watch Group, 2019.

**Sambursky, Shmuel. 1975.** *Der Weg der Physik*. 1975. ISBN 3- 7608-0384-9.

**Schwägerl, Christian. 2019.** Das Ende von "Ja, aber". *Spektrum.de*. [Online] 6. Juni 2019.  
<https://www.spektrum.de/kolumne/das-ende-von-ja-aber/1649036>.

**Seehofer, Horst. 2019.** "Man muss Gesetze kompliziert machen". *Bericht aus Berlin*. s.l. : ARD, 6. Juni 2019.

**Stöhr, Michael. 1987.** Die Wohlproportioniertheit des kopernikanischen Modells. [Buchverf.] TeilnehmerInnen der Auslandsakademie I des Cusanuswerks in Italien vom 14.9. bis 4.10.1987. [Hrsg.] Cusanuswerk e.V. *Landschaft des Aufbruchs: Ursprünge der neuzeitlichen Wissenschaft, Kunst und Politik in Mittelitalien*. Toskana : s.n., 1987, S. 190-193.