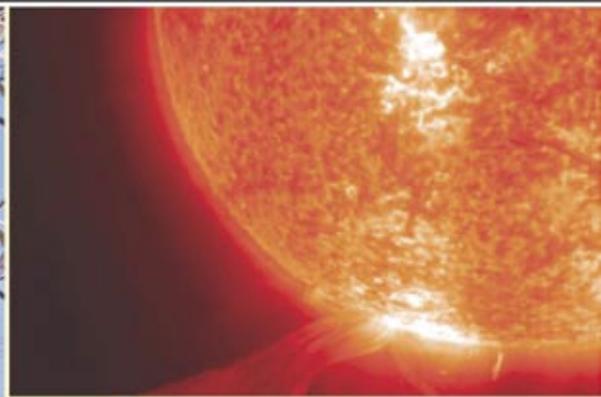




**Deutsche Akademie
der Naturforscher
Leopoldina**

**German Academy of
Sciences Leopoldina**

**THESENPAPIER DER
LEOPOLDINA ZUM
THEMA „ENERGIE“**



**2003
Halle (Saale)**

Postadresse/Postal address:

Redaktion Nova Acta Leopoldina
Deutsche Akademie der
Naturforscher Leopoldina
Postfach 11 05 43
06019 Halle (Saale)
Bundesrepublik Deutschland

Hausadresse/Home address:

Redaktion Nova Acta Leopoldina
Deutsche Akademie der
Naturforscher Leopoldina
Emil-Abderhalden-Straße 37
06108 Halle (Saale)
Germany

Telefon: + 49 (0) 345 4723934
Telefax: + 49 (0) 345 4723939
E-Mail: kaasch@leopoldina-halle.de

Herausgeber:

Präsidium der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina

Übersetzung/Translation:

Gesell Fachübersetzung

Gestaltung:

Lutz Grumbach, Halle (Saale)

Satz und Druck:

Druckwerk, Halle (Saale)

Printed in Germany

Titel:

Strommast, Bananastock
Sonne, Digitalimages

Herausgegeben
vom Präsidium der
Deutschen Akademie
der Naturforscher Leopoldina

THESENPAPIER
DER LEOPOLDINA
ZUM THEMA „ENERGIE“

LEOPOLDINA
THESIS PAPER
ON “ENERGY”



Edited by
the Presidium of the
German Academy of
Sciences Leopoldina

INHALT

- 7** Zusammenfassung
- 8** I. Langfristig Energieversorgung sichern
- 9** II. Deutschland – eines der energieeffizientesten Länder der Welt
- 9** III. Fossile Energieträger
- 9** IV. Erneuerbare Energie
- 10** V. Energieerzeugung durch Kernspaltung und Kernfusion
- 11** VI. Ausblick

CONTENTS

- 13** Summary
- 14** I. Secure the long-term energy supply
- 14** II. Germany – one of the leaders in energy efficiency in the world
- 15** III. Fossil fuels
- 15** IV. Renewable energy
- 16** V. Energy production from nuclear fission and nuclear fusion
- 17** VI. Outlook

Deutsche Energieforschung und Energiepolitik auf dem Prüfstand

Thesepapier als Ergebnis der Leopoldina-Jahresversammlung „Energie“ vom Oktober 2003¹

Zusammenfassung

Die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina hat bei ihrer Jahresversammlung, die vom 17. bis 20. Oktober 2003 in Halle (Saale) stattfand, Fragen der langfristigen Energieversorgung in der Bundesrepublik Deutschland diskutiert. Als Ergebnis wurden folgende Forderungen an die Politik gerichtet:

- Die erfolgreichen Energiesparmaßnahmen Deutschlands in Haushalt, Industrie und Verkehr müssen weiter verfolgt werden.
- Die Bundesrepublik Deutschland ist zur Zeit auf dem Versorgungsmarkt mit Erdöl und Erdgas nicht ausreichend positioniert. Wegen der in Zukunft immer knapper werdenden Ressourcen ist eine langfristige Absicherung dringend notwendig.
- Erneuerbare Energien werden unseren zukünftigen Bedarf an Strom, Wärme und Treibstoffen nur zu einem geringen Teil decken können. Neben wissenschaftlich-technischen Gründen wird auch die zu erwartende Verteuerung der Energiekosten Grenzen der Bezahlbarkeit im Rahmen der Wirtschaftskraft setzen. Eine langfristige Absicherung der Energieversorgung wird nur möglich sein, wenn eine sinnvolle Mischung aus Energie von fossilen Brennstoffen, Kernenergie und erneuerbarer Energie angestrebt wird. Schritte in diese Richtung müssen eingeleitet werden.
- Durch die gegenwärtige Politik der Bundesregierung geht unser *Know-how* auf dem Gebiet der Kernenergie-Nutzung verloren. Die in Deutschland konzipierten und entwickelten katastrophensicheren Hochtemperatur-Reaktoren werden zur Zeit im Ausland (z. B. in China) weiterentwickelt und müssen wahrscheinlich in Zukunft importiert werden. Es ist dringend erforderlich, das gegenwärtige entsprechende *Know-how* zu erhalten.

Bei der weiteren Behandlung der Energiethematik in Politik und Öffentlichkeit ist es wichtig, einen Kontext zu schaffen, in dem Wissenschaft, Politik und Öffent-

¹ Dieses Thesepapier wurde im Anschluß an die Jahresversammlung 2003 von einer *Ad-hoc*-Kommission unter Vorsitz des Präsidiumsmitglieds Herbert Walther (Garching) erstellt. Der Kommission gehörten außerdem an: Klaus Heinloth (Bonn), Dieter Imboden (Zürich), Bruno Keller (Zürich), Klaus Pinkau (Garching), Siegfried Großmann (Lahntal-Goßfelden), Hermann-Josef Wagner (Bochum) und Dietrich Welte (Jülich).

lichkeit effektiv miteinander kommunizieren, um die Zukunft Deutschlands am Energiemarkt zu sichern. Die vergangenen Diskussionen waren allzu stark von wechselseitigen Mißverständnissen und von Mißtrauen geprägt. Dies hat anlässlich der Jahresversammlung auch eine exemplarische Analyse der schweizerischen Entscheidungsprozesse während der Kernenergie-debatte ergeben. Die Komplexität des Energiethemas bedarf einer umfassenden Behandlung, bei der unter Berücksichtigung der naturwissenschaftlich-technischen Fakten und der ökologischen Notwendigkeiten die gesellschaftlichen und politischen Langzeitperspektiven entwickelt werden. Dies ist ein Lernprozeß, der alle Strukturen der Gesellschaft einschließlich der Wissenschaft betrifft.

I. Langfristig Energieversorgung sichern

Ein vernünftiger Einsatz der auf der Erde zur Verfügung stehenden Energieressourcen wird entscheidend für die globale Zukunft sein. Dies gilt insbesondere für ein Land wie Deutschland mit ganz wenigen eigenen Energiequellen. Es ist notwendig, einen langfristigen Weg unserer Versorgung mit Strom, Wärme und Treibstoffen zu finden, der die Begrenzung der vorhandenen Ressourcen und drohende Versorgungsmonopole einerseits und die Umweltbelastung andererseits berücksichtigt. Planung und Umsetzung in der Energieversorgung haben eine Vorlaufzeit von vielen Jahren, deshalb ist eine Entscheidung längst überfällig, um Schwierigkeiten in der Versorgung mit Energie zu vermeiden.

Schwerpunkte der Leopoldina-Jahresversammlung „Energie“, die vom 17. bis 20. Oktober 2003 in Halle (Saale) stattfand, waren Fragen unserer langfristigen Energieversorgung und der zukünftigen Bedeutung der erneuerbaren Energien. Die Diskussionen haben sich vorwiegend mit den wissenschaftlichen und technischen Grundlagen, den wirtschaftlichen Aspekten und dem notwendigen Forschungsbedarf beschäftigt. Im Mittelpunkt stand dabei die gegenwärtige Situation in der Bundesrepublik Deutschland.

Im folgenden werden die Ergebnisse der Tagung dargestellt und die Konsequenzen daraus diskutiert, die unter den Schlüsselbegriffen Versorgungssicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit stehen. Die Akademie bereitet zur Zeit eine ausführliche Publikation der Ergebnisse vor, die als Buch vorliegen wird.²

² HAUSEN, H. ZUR (Hrsg.): Energie. Vorträge anlässlich der Jahresversammlung vom 17. bis 20. Oktober 2003 zu Halle (Saale). Nova Acta Leopoldina, N. F., Bd. 91, Nr. 339 (2004).

II. Deutschland – eines der energieeffizientesten Länder der Welt

Bemerkenswert ist, daß Deutschland eines der energieeffizientesten Länder der Welt ist. Durch Einsatz von Energiesparmaßnahmen in Haushalt, Industrie und Verkehr ist bereits ein hoher Grad an Einsparungen erreicht worden, der dazu geführt hat, daß der Bedarf an Primärenergie weniger angestiegen ist als erwartet. Zu einem Teil ist dies allerdings auch darauf zurückzuführen, daß energieintensive Industrien Standorte in Ländern mit niederen Energiekosten bevorzugt haben oder aus wirtschaftlichen Gründen geschlossen worden sind. Die Bemühungen, Energie einzusparen, sollten auch in Zukunft eine wichtige Rolle spielen.

III. Fossile Energieträger

Für die nächsten Jahrzehnte wird die Energieversorgung mit fossilen Brennstoffen noch den größten Teil unserer Versorgung mit Strom, Wärme und Treibstoffen ausmachen. Es ist notwendig, die Versorgungssicherheit Deutschlands mit fossilen Brennstoffen durch eine langfristige Energiepolitik zu garantieren. Andere große europäische Länder haben eine bessere Positionierung in punkto Erdöl- und Erdgasversorgung erreicht als die Bundesrepublik Deutschland. Die günstige geographische Lage Deutschlands zu den Gasvorräten Rußlands bietet einen sehr großen Vorteil, der den Verbrauch bei den fossilen Brennstoffen zugunsten von umweltfreundlichem Erdgas verschieben sollte.

Die Steigerung der Effizienz von Kraftwerken durch den Einsatz neuer Materialien ist sehr wesentlich, ebenso wie die Steigerung der Effizienz der Verbrennungsmotoren. In diesem Zusammenhang ist auch die Entwicklung der Brennstoffzelle von besonderer Bedeutung.

Methanhydrat auf dem Meeresboden bietet möglicherweise eine große Energiereserve, deren Ausbeute allerdings auch Gefahren für das Klima mit sich bringen kann. Die Forschung auf diesem Gebiet ist deshalb erforderlich und auf beide Aspekte zu richten.

IV. Erneuerbare Energie

a) *Biomasse und Biotreibstoffe*: Bei der Deckung des Energiebedarfs durch nachwachsende Rohstoffe kann derzeit nur von einem unter 10 % liegenden Anteil für Strom, Treibstoffe und Wärme ausgegangen werden. Im Rahmen der Europäischen Gemeinschaft werden langfristige Versorgungsmöglichkeiten verfolgt, wobei als Ziel eine Deckung von höchstens 10 % des Energiebedarfs gesehen wird.

- b) *Nutzung der Solarenergie:* Es ist im Moment nicht abzusehen, ob diese Form der Energienutzung in der Bundesrepublik Deutschland einen größeren Beitrag zur Energieversorgung liefern kann. Sie ist jedoch als lokale Versorgungsnische in abgelegenen Standorten und durch Einsatz von Solarkollektoren zur Gebäudeheizung und Warmwasserversorgung geeignet. Solarenergie kann jedoch künftig eine große Rolle spielen, falls Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Nutzung der Solarenergie, wie etwa die Entwicklung von Photozellen einer neuen Generation, die Untersuchung photochemischer Prozesse, wie etwa die katalytische Wasserspaltung, und ähnliche Prozesse zu durchbruchartigen Erfolgen führen werden. Gleichzeitig muß die Frage einer sinnvollen Energiespeicherung angegangen werden, da eine ausgiebige Nutzung der Sonnenenergie nur dann möglich sein wird, wenn entsprechende Speicher für Perioden geringerer oder nicht verfügbarer Sonneneinstrahlung vorliegen.
- c) *Wasser und Wind:* Die Nutzung der Wasserkraft ist in Deutschland weitgehend ausgeschöpft. Es ist offensichtlich, daß der Anteil der Stromerzeugung durch Wind begrenzt ist, da die Windmenge sehr starken Schwankungen unterworfen ist und deshalb eine Grundlastversorgung auf andere Weise gewährleistet sein muß: Die erforderliche dauerhafte Verfügbarkeit ist also nicht gegeben. Es kann deshalb auf absehbare Zeit keinesfalls mehr als etwa 15% der notwendigen elektrischen Energie durch Windanlagen bereitgestellt werden. Technologisch und wirtschaftlich sinnvoll ist vor allem eine Erzeugung von Windenergie an küstennahen, ökologisch unbedenklichen Standorten. Gleichzeitig sind aber auch Vorkehrungen für Leistungskompensation bei Windflauten und für ein ausreichend weitgreifendes Stromverteilungsnetz zu treffen.
- d) *Geothermische Energie:* Die Nutzung geothermischer Energie spielt in Deutschland nur eine Nebenrolle und kann bestenfalls für Hauswärme eingesetzt werden. Weltweit erbringen Erdwärmekraftwerke ca. 0,4% der gesamten Stromproduktion, hauptsächlich durch Nutzung natürlicher Heißdampfquellen mit ausreichend hohen Dampftemperaturen bis zu etwa 200°C.

V. Energieerzeugung durch Kernspaltung und Kernfusion

- a) *Spaltung:* Die Grundversorgung mit Energie wird in der näheren Zukunft nicht ohne die Kernenergie auskommen. Die Versorgung mit fossilen Energieträgern wird schwieriger werden, und die erneuerbaren Energien werden so schnell keinen Ausgleich schaffen können. Aus diesem Grunde wird die Kernenergie für den Übergang notwendig sein. Neue Technologien, wie z. B. der Hochtemperaturreaktor, führen zu einer größeren Sicherheit als bei den zur Zeit im Einsatz befindlichen Reaktortypen. Die Weiterentwicklung dieser katastrophensfreien Reaktoren, die im wesentlichen in Deutschland ihren Ursprung hatte, ist in den

letzten Jahren vernachlässigt worden. Diese Form der Energie wird in Zukunft unentbehrlich sein, auch zur Energieversorgung der Schwellenländer. Der damit verbundene Anstieg des Gesamtenergiebedarfs in der Welt kann wegen der Umweltproblematik und der begrenzten fossilen und erneuerbaren Ressourcen nur durch die Kernenergie gedeckt werden. Die Problematik der Wiederaufbereitung und Endlagerung der Brennelemente wird für lösbar gehalten. Es ist notwendig, daß der Einsatz von Kernenergie in Deutschland neu überdacht wird. In diese Überlegungen sollten der steigende Zugriff europäischer Staaten auf die Kernenergie sowie das energiepolitisch offene Handeln von Schwellenländern einfließen.

- b) *Fusion*: Langfristig wird es notwendig sein, die Energieerzeugung durch Kernfusion zur technischen Einsatzreife zu führen. Auf diesem Gebiet gibt es internationale Anstrengungen, in deren Rahmen zur Zeit das Tokamak-Großexperiment ITER mit einem brennenden Fusionsplasma vorbereitet wird. Nach der Realisierung dieser Anlage werden noch weitere langjährige Entwicklungsarbeiten folgen müssen, bis eine breite Nutzung der Fusion möglich ist. Es ist dringend erforderlich, daß sich die Bundesrepublik Deutschland, die bisher bereits grundlegende Beiträge geleistet hat, weiter in angemessener Weise an diesen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben beteiligt.

VI. Ausblick

Bei der weiteren Behandlung der Energiethematik in Politik und Öffentlichkeit ist es wichtig, einen Kontext zu schaffen, in dem Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit effektiv miteinander kommunizieren, um die Zukunft Deutschlands am Energiemarkt zu sichern. Die vergangenen Diskussionen waren allzu stark von wechselseitigen Mißverständnissen und von Mißtrauen geprägt. Dies hat anläßlich der Jahresversammlung auch eine exemplarische Analyse der schweizerischen Entscheidungsprozesse während der Kernenergie-debatte ergeben. Die Komplexität des Energiethemas bedarf einer umfassenden Behandlung, bei der unter Berücksichtigung der naturwissenschaftlich-technischen Fakten und der ökologischen Notwendigkeiten die gesellschaftlichen und politischen Langzeitperspektiven entwickelt werden. Dies ist ein Lernprozeß, der alle Strukturen der Gesellschaft einschließlich der Wissenschaft betrifft.

Halle (Saale), im Dezember 2003

A Critical Look at German Energy Research and Energy Policy

Thesis paper as a result of the "Energy" Leopoldina Biennial Assembly in October 2003¹

Summary

The German Academy of Sciences Leopoldina, at its Biennial Assembly in Halle (Saale) from October 17 – 20, 2003, discussed questions of the long-term supply of energy in the Federal Republic of Germany. The results of the discussion can be summarized in the following requests addressed to politics:

- The successful energy saving measures in German households, industry and transport must be continued.
- At present, the Federal Republic of Germany is not sufficiently positioned in the supply market of oil and natural gas. As these resources will become increasingly scarce in future, long-term safeguarding measures are an urgent necessity.
- Renewable energies will only supply a marginal part of the future demand of electricity, heat and fuels. In addition to scientific and technological reasons, the expected rise in the prices of energy will define the limits of what industry can afford. The long-term safeguarding of our energy supply will only be possible if a meaningful energy mix of fossil fuels, nuclear energy and renewable energy is attempted. Initial steps towards this target must be undertaken.
- As a result of the policy pursued by the current federal German government, our know-how in the field of nuclear energy is getting lost. The catastrophe-free high-temperature reactors designed and developed in Germany are being improved abroad (e.g., in China) and will probably have to be imported in future. It is an urgent necessity to safeguard the current equivalent know-how.

Whenever energy as a topic is discussed in politics or in public, it is important to develop a framework within which researchers, politicians and the public at large can communicate efficiently to ensure a future for Germany in the energy market. In the past, discussions were all too often loaded with mutual misunderstanding and lack of confidence. This was one of the results of a case study in the Swiss decision-making processes during the nuclear energy debate presented at this

¹ This thesis paper was formulated after the Annual Meeting by the members of an ad hoc commission, headed by the presidium member Herbert Walther (Garching). The commission consisted of Klaus Heinloth (Bonn), Dieter Imboden (Zurich), Bruno Keller (Zurich), Klaus Pinkau (Garching), Siegfried Großmann (Lahntal-Goßfelden), Hermann-Josef Wagner (Bochum), and Dietrich Welte (Jülich).

year's Biennial Assembly. As energy is a very complex topic to discuss, it must be considered from all angles and as a part of this the ecological necessities of social and political long-term perspectives defined in the light of the scientific and technological facts. This is a learning process which involves all structures of society, including science.

I. Secure the long-term energy supply

Making reasonable use of the energy resources available to mankind will be a critical precondition of the future of our planet. This is a particularly urgent requirement for a country with very little indigenous energy resources, such as Germany. It is necessary to develop a strategy ensuring the availability of electricity, heat and fuels while taking into consideration the finite nature of the available resources and the threat of a supply monopoly, on the one hand, and the threat to the environment, on the other. The planning of energy supply requires a lead period of many years and therefore if the supply is to be safeguarded, the necessary decisions should have been made many years ago if bottleneck situations are to be avoided.

The "Energy" Biennial Assembly of Leopoldina in Halle (Saale) from October 17 to 20, 2003 focused on questions of long-term energy supply and the future role of renewable energies. Fundamental scientific and technological questions, economic aspects and what research should contribute were at the centre of discussion. The current situation in the Federal Republic of Germany was at the core of interest.

The results of the meeting and their consequences will now be discussed under the key headings of safe supply, availability and economics. The Academy is preparing a detailed publication of the results, which will be available as a book.²

II. Germany – one of the leaders in energy efficiency in the world

It should be noted that Germany is one of the countries with the highest energy efficiency in the world. Energy saving measures in households, industry and transport have contributed to achieving a high level of energy saving as a result of which the rise in primary energy was slower than expected. This result is – at least in part – also due to the fact that energy-intensive industries have moved to countries where energy is cheap or were closed down for cost reasons. Efforts to save energy should be continued as an important contributor also in future.

² HAUSEN, H. ZUR (Ed.): *Energie. Vorträge anlässlich der Jahresversammlung vom 17. bis 20. Oktober 2003 zu Halle (Saale)*. Nova Acta Leopoldina, N. F., Vol. 91, No. 339 (2004).

III. Fossil fuels

Fossil fuels will remain the primary energy source of electricity, heat and fuels also for the next decades. It is necessary to secure the supply of fossil fuels in Germany under long-term energy policy. Other large European countries have attained a better position in terms of their oil and natural gas supply than the Federal Republic of Germany has. The geographical nearness of Germany to the vast natural gas deposits in Russia is a very big advantage which should shift the balance of the consumption of fossil fuels towards the low-polluting natural gas.

The improved efficiency of power plants as a result of new materials is very important, as are improvements in the efficiency of combustion engines. Of particular significance in this context is the development of the fuel cell.

Methane hydrate on the sea floor may turn out to be a major energy reserve whose exploitation will not be without hazards to the climate, however. Therefore, research in this field is needed and should consider both aspects.

IV. Renewable energy

- (a) *Biomass and biofuels.* The current share of electricity, fuels and heat from renewable raw material sources remains under 10%. Plans pursued by the European Community studying the possibility of the long-term supply of energy put the limit at approximately 10% of the total energy need.
- (b) *Solar energy.* It is not possible to say at this time whether solar energy will be able to make a major contribution to the energy market in the Federal Republic of Germany. Solar energy is a source of choice for local supply niches at out-of-the-way sites, and solar collectors heat buildings and water. Solar energy can play an important role in future provided research and development in the field of solar energy use, for example, the development of a new generation of photocells, the study of photochemical processes such as catalytic fission of water and similar processes, come up with breakthrough results. At the same time, the question of how energy can efficiently be stored should be looked into because no large-scale use of solar energy is conceivable unless suitable storage facilities are available from which energy can be drawn during hours of low or no solar energy input.
- (c) *Water and wind.* Hydropower in Germany has more or less advanced to its limits. It is obvious that there are limitations to wind as an energy source because of the very strong fluctuations in the amount of wind, which rules out wind as a base load source. Wind is not available as constantly as would be needed. So

the maximum share wind can contribute to the electricity we need is probably limited to some 15 %. Energy from wind power systems is a viable alternative mainly at ecologically harmless sites near the sea. At the same time, however, precautions should be taken to ensure the availability of power at times of no wind and the energy distribution network must be reasonably widespread.

- (d) *Geothermal energy.* Geothermal energy is not a primary energy source in Germany and this energy can at best be used for room heating. The global share of geothermal power plants in the total production of energy is some 0.4 %, mainly from the exploitation of natural hot steam wells with sufficiently high steam temperatures of up to 200°C.

V. Energy production from nuclear fission and nuclear fusion

- (a) *Nuclear fission.* The basic supply of energy in the nearer future will not be ensured without nuclear energy. The supply of fossil fuels will become more difficult and renewable energies are no ready substitutes. For this reason, nuclear energy will be a necessity during a transition period. New technologies, e.g., the high-temperature reactor, are safer to use than the current reactor types. Research in these catastrophe-free reactors, whose principal origin was in Germany, has been neglected during recent years. This form of energy will be indispensable in future, including for providing energy in threshold countries. In view of the ecological matters involved and the limited resources of fossil and renewable energies, the related rise in the global demand for energy can only be satisfied by nuclear power plants. It is believed that the problems of reprocessing and final deposition of nuclear waste can be solved. It is necessary to reconsider the use of nuclear energy in Germany. Part of this consideration should be the increasing recourse of European countries to nuclear energy and the unbiased approach threshold countries are taking in this respect.
- (b) *Nuclear fusion.* Advancing the energy production by nuclear fusion to the level of technical maturity will be a long-term necessity. International efforts are underway in this field, currently under preparation is the large ITER Tokamak-experiment using a burning fusion plasma. Following this, other long-term development projects will have to be undertaken until fusion can be practiced at a large scale. It is urgently necessary that the Federal Republic of Germany, a country which made fundamental contributions to this field in the past, should participate in these research and development projects to a reasonable degree.

VI. Outlook

For the further discussion of energy as a political and public topic, it is important to define a context in which researchers, politicians and the public at large can communicate efficiently with each other to secure the future of Germany in the energy market. In the past, discussions were all too often loaded with mutual misunderstanding and a lack of confidence. This was also a result of a case study of the Swiss decision-making processes during the nuclear energy debate presented at this year's Biennial Assembly. As energy is a very complex topic to discuss, it must be considered from all angles and as a part of this the ecological necessities of social and political long-term perspectives defined in the light of the scientific and technological facts. This is a learning process which involves all structures of society, including science.

Halle (Saale), December 2003

Weitere Informationen / Further Information

Prof. Dr. Jutta Schnitzer-Ungefug
Generalsekretärin der
Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina
Postfach 11 05 43
06019 Halle (Saale)
Bundesrepublik Deutschland

Telefon: +49 (0) 345 4723912

Telefax: +49 (0) 345 4723919

E-Mail: schnitzer@leopoldina-halle.de

