

# **Die Zukunft der Atomenergie**

**Daten und Fakten zu Fragen der Verwendung  
von Atomenergie**

Dieser Folder bietet einen Einblick über die wichtigsten Themen rund um die Verwendung der Atomenergie.

Herausgeber und für den Inhalt verantwortlich:

Wiener Umweltschutzgesellschaft, Muthgasse 62, A-1190 Wien; [www.wua-wien.at](http://www.wua-wien.at); Gedruckt auf ökologischem Papier aus der Mustermappe von „ÖkoKauf Wien“.

Nach dem großen Schrecken der Atombomben auf Hiroshima und Nagasaki wurde in den 1950er Jahren unter dem Stichwort „Atoms for Peace“ eine weltweit Kampagne für die „friedliche Nutzung“ der Atomenergie eingeleitet. Viele Staaten setzten auf die vermeintlich sichere, auf Dauer verfügbare, kostengünstige Energieform. Als Gegenpol zu den Schrecken eines Atomkrieges sollte die friedliche Verwendung der Atomenergie Wohlstand und Lebensqualität weltweit sichern.<sup>1</sup>

**Die folgende Liste gibt einen Einblick in Aussagen, die für diese Euphorie stehen:**

- Kernenergie sichert unsere Stromversorgung auf Dauer
- Ohne Kernenergie gehen die Lichter aus.
- Atomstrom ist sauber.
- Atomstrom ist billig!
- Energie wird so billig sein, dass sich das Messen des Verbrauchs gar nicht auszahlt (too cheap to meter ...).
- Eine moderne Gesellschaft braucht die Kernenergie.
- Die Kernenergie erfüllt die Forderungen der Nachhaltigkeit.
- Die Risiken der Kernenergie sind verglichen mit anderen Risiken sehr klein.
- Das Problem der Endlagerung radioaktiver Abfälle ist lösbar.
- Brutreaktoren gewährleisten die Energieversorgungssicherheit langfristig.
- Solar- und Windenergie können den Energiebedarf niemals decken und sind außerdem unwirtschaftlich.
- Atomkraftgegner überwintern im Finstern mit kaltem Hintern.

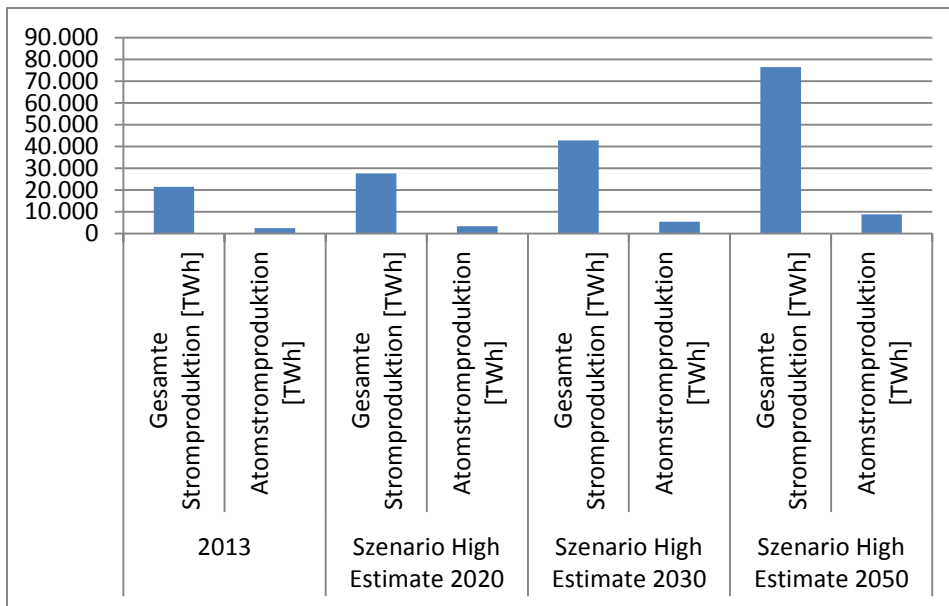
Aus heutiger Sicht muten einige dieser euphorischen Aussagen naiv an oder werden als raffinierte Werbung der Atomlobby verstanden. Die Erwartungen der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts haben sich als unrealistisch erwiesen. Probleme und Risiken wurden ignoriert oder verharmlost. Auch aktuelle Behauptungen wie etwa „Atomenergie dient dem Klimaschutz“ oder „Kernenergie senkt die Treibhausgase“ sind nicht haltbar.

---

<sup>1</sup> „Wenn dennoch Forscher, die jede Atomrüstung ablehnen, einen Auf- und Ausbau der friedlichen Kernenergieverwertung begrüßen, dann treibt sie nicht nur die professionelle Sorge, durch einen Verzicht auf diese Entwicklung auch ihre Forschungen zu gefährden, sondern auch die Illusion, durch den „Segen“ der Kernindustrie den „Fluch“ der Kernwaffe bannen zu können. Forschungstrieb, Fortschrittsdenken und Selbstentlastungsbedürfnis vereinen sich hier in dem Drang, die Entfesselung der Atomenergie durch deren zivile Nutzung zu legitimieren, nachdem ihre militärische Nutzung - die Kernrüstung - sich immer sichtbarer der Kontrolle entzieht“ (Friedrich WAGNER "Die Wissenschaft und die gefährdete Welt - Eine Wissenschaftssoziologie der Atomphysik" Beck, München 1964, S.283)

**Der Wunsch nach sauberer, sicherer sowie kostengünstiger Energie aus Atomkraftwerken hat sich nach jahrzehntelangem Ausbau als unerfüllbar erwiesen:**

- Atomkraft ist nicht CO<sub>2</sub>-neutral. Bereits mit dem Abbau von Uran sind negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt verbunden. Dies setzt sich bis zur ungelösten Endlagerung fort.
- Weltweit gibt es kein sicheres Endlager. Dabei ist die tatsächliche Verortung nicht das einzige Problem, auch technische Probleme, die mit der notwendigen extrem langen Endlagerung (manche Spaltprodukte und Transurane sind äußerst langlebig und erfordern eine sichere Verwahrung für Jahrhunderttausende) einhergehen, sind bis dato nicht gelöst.
- Nuklearkatastrophen wie Tschernobyl und Fukushima zeigen, dass Atomreaktoren mit hohen Risiken verbunden sind. Im Fall von Tschernobyl wird davon ausgegangen, dass bis 2005 von den 830.000 „Tschernobyl-Liquidatoren“ gut 90% aufgrund der Verstrahlung schwer erkrankt und davon zwischen 112.000 und 125.000 verstorben sind. Das Sperrgebiet hatte einen Radius von 30 km. In einem wesentlich weiteren Umfeld wurden die Bewohnerinnen und Bewohner evakuiert. Um Fukushima wurde eine Sperrzone (auch landwirtschaftliche Nutzungen sind darin auf lange Zeit ausgeschlossen) mit einem Radius von 20 km errichtet. Auch hier reichten die Evakuierungen deutlich über die Sperrzone hinaus. Der Reaktorunfall von Tschernobyl hat auch in einigen Gebieten Österreichs zu im internationalen Vergleich hohen radioaktiven Kontaminationen geführt. In Folge des Unglücks von Fukushima kam und kommt es u.a. zur Belastung des Pazifiks mit radioaktiven Eintragungen.
- Im Jahr 2011 trugen Atomkraftwerke rund 12% bzw. 2.584 TWh zur weltweiten Stromproduktion bei. Beachtenswert ist, dass dafür ca. 5% des Primärenergieeinsatzes (7.839 TWh) benötigt werden.
- Der Anteil der Atomenergie an der Stromversorgung ging in den letzten Jahren weltweit kontinuierlich zurück (1996: 17,6%; 2013: 10,8%). Selbst in Zukunftsszenarien der Internationalen Atomenergieorganisation wird der Atomenergie kein bedeutender Anteil an der Stromversorgung (2020: 12,1%, 2030: 12,5%, 2050: 11,5%; vgl. Abbildung 1) und damit bei der Bekämpfung des Klimawandels eingeräumt.



**Abbildung 1:** Daten und Annahmen der IAEA zur Stromproduktion

- Ein deutlicher Zubau an Reaktoren scheitert daran, dass diese vermutlich über ihre Lebensdauer von 40 Jahren nicht ausreichend mit Uran versorgt werden können. Bei ungünstiger Entwicklung könnten bereits um das Jahr 2020 Versorgungsengpässe auftreten.

Dass Reichweiten neben dem Verbrauch auch stark von der „Wirtschaftlichkeit“ abhängen, zeigt das aktuelle „The Red Book“ der IAEA (Uranium: Resources, Production and Demand; 2014). Hier ist plötzlich von einer Reichweite von mehr als 150 Jahren die Rede, und nicht mehr von 43 Jahren, wie noch 2012. Grund dafür sind allerdings nicht neuentdeckte gewaltige Uran-Lagerstätten (es gab Funde, allerdings nur in Höhe von zusätzlichen 8,6%), sondern das Heranziehen aller „identifizierten Ressourcen“. Darunter fallen einerseits die sogenannten „inferred resources“, also Uran aus zwar bekannten, aber unaufgeschlossenen Lagerstätten, wobei sowohl Qualität als auch Quantität basierend auf geologischen Projektionen geschätzt werden. Andererseits umfassen die „identifizierten Ressourcen“ auch solche, deren Abbau – zumindest bis vor kurzem – als absolut unwirtschaftlich betrachtet wurde.

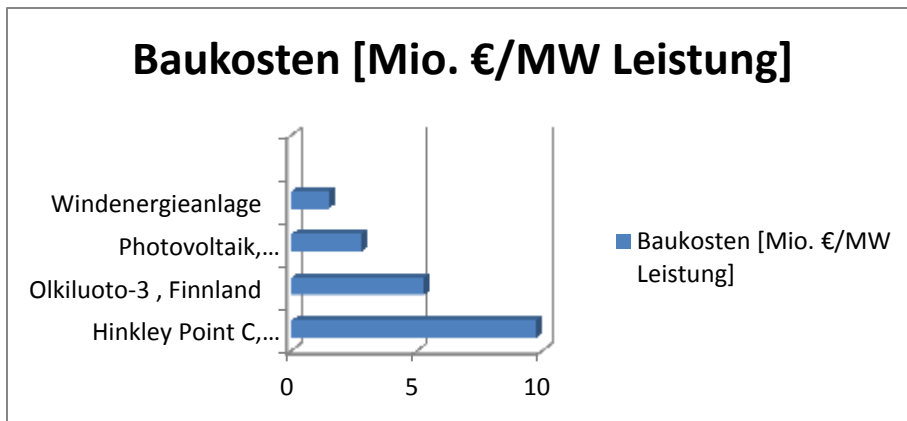
- Die Reaktor Generation IV (geringeres Unfallrisiko, höhere Wirtschaftlichkeit, niedrigerer Brennstoffbedarf, Erbrütung von Brennstoff, ...) wird von Seiten der Atomindustrie nicht vor 2030 bis 2040 erwartet, Dritte gehen eher von 2060 aus. Frühere Brüter-Konzepte in Deutschland oder Südafrika sind größten Teils aus finanziellen Gründen oder auf Grund von Sicherheitsproblemen gescheitert. Derzeit sind in China, Indien und Russland vier Demonstrations-Reaktoren in Betrieb.
- Thorium kommt als Element in der Erdkruste rund drei bis vier Mal häufiger vor als Uran, die Ressourcen bewegen sich allerdings in derselben Größenordnung. Aufgrund des vorgesehenen Brut- und Spaltungskreislaufes wären die Brennstoffnutzung und damit auch Energieausbeute deutlich höher als bei heutigen AKW. Brutreaktoren, die eine Voraussetzung für die Verwendung von Thorium sind,

stehen aber nicht zur Verfügung. Da für das Brüten auch Uran benötigt wird, müssten entsprechende Brüter jedoch den Betrieb aufnehmen, bevor Uran-Engpässe eintreten. Es ist also fraglich, ob der Einsatz von Thorium jemals über das Versuchsstadium hinaus kommt.

- Neue Generationen von Reaktoren waren bisher durch Bauverzögerungen und Kostensteigerungen gekennzeichnet. So wurde mit der Errichtung des finnischen Reaktors Olkiluoto-3 im Jahr 2005 begonnen, die Inbetriebnahme war für das Jahr 2009 geplant. Derzeit wird mit einer Inbetriebnahme nicht vor 2018 gerechnet. Die Baukosten sind von den geplanten 3,3 Mrd. Euro auf derzeit 8,5 Mrd. Euro (5,3 Mio. Euro pro MW) gestiegen, was einem Faktor von mehr als 2,5 entspricht. Die Bauzeit hat sich also verdreifacht, die Baukosten beinahe auch.

Das bedeutet eine erhebliche Verteuerung der Strom-Gestehungskosten, was die Konkurrenzfähigkeit der Anlage in Frage stellt. Im Gegensatz dazu sind die Kosten für Photovoltaik-Anlagen seit 2006 um über 60% gesunken.

- Die Baukosten des britischen AKW Hinkley Point C werden auf 31,2 Mrd. Euro (9,75 Mio. Euro pro MW) geschätzt. Für dieses AKW wird nicht nur eine Einspeisevergütung (0,112 Euro/kWh) verlangt, sondern auch ein Inflationsausgleich, und zwar beides über eine Laufzeit von 35 Jahren. Dabei liegt dieser Tarif schon heute über jenen für Photovoltaik- (0,0806 Euro/kWh) und Windstrom (0,0388 Euro/kWh)!
- Fluktuierende erneuerbare Kraftwerke (Photovoltaik- und Windenergieanlagen) zeichnen sich im Vergleich zu Atomkraftwerken durch Dezentralität aus. Für die Energiewende sind intelligente, lokale Netze, Stromspeicher sowie flexible Ausgleichskraftwerke erforderlich. Atomkraftwerke sind dafür nicht geeignet.
- Zahlreiche Länder planen die Reduktion des Atomstromanteils (Frankreich) oder gar den Ausstieg aus der Atomenergie (Deutschland, Schweiz), weil sie sich als gefährlich, nicht auf Dauer verfügbar und äußerst kostspielig sowie bürgerfeindlich erwiesen hat. Zahlreiche OECD-Länder haben von vornherein nie auf Atomenergie gesetzt.
- In Deutschland waren 2012 378.000 Personen im Bereich der erneuerbaren Energien beschäftigt (fast 10 Mal so viele wie im Bereich der Atomenergie um 1990).
- Atomkraftwerke sind unwirtschaftlich und teuer: Die Baukosten pro MW installierter Leistung sind für Windenergie- (1,5 Mio. Euro/MW) und Photovoltaikkraftwerke (2,8 Mio. Euro/MW) deutlich niedriger als für Atomkraftwerke (5,3 – 9,75 Mio. Euro/MW, siehe Abbildung 2). Dabei sind bei den AKW die Kosten für Stilllegung, Rückbau und Entsorgung ebenso wenig wie Kosten für Versicherungen gegen Unfälle eingerechnet.



**Abbildung 2:** ausgewählte Energietechnologien und deren Baukosten

- Die Gestehungskosten von Atomstrom werden in Deutschland in Höhe von 0,164 bis 0,422 Euro/kWh angegeben. Ohne Förderung wäre Atomstrom also nicht konkurrenzfähig. In diesen Kosten sind überdies zahlreiche Auswirkungen (nukleare Brennstoffkette, Katastrophenfälle, Endlagerung, ...) nicht berücksichtigt. Eine österreichische Studie kommt unter der Annahme einer Versicherung der AKW sogar auf Kosten von bis zu 2,48 Euro/kWh.
- Atomkraftwerke haben in der Vergangenheit massiv von Subventionen profitiert, stärker als erneuerbare Energien. Angesichts der Gefahren, der hohen Kosten und der lediglich kurzen Zeit der Einsetzbarkeit von Atomenergie, sind Förderungen, wie für Hinkley Point C verhandelt, nicht gerechtfertigt.
- Atomenergie blockiert die notwendige Energiewende hin zu erneuerbaren Energieträgern und vor allem zu Energieeffizienz, weil sie finanzielle und materielle Ressourcen beansprucht.
- Bürgerinnen und Bürger können sich durch Ausschöpfung von Effizienzpotenzialen („Besser Leben mit weniger Energieverbrauch“) und durch die Beteiligung an erneuerbaren Energiekraftwerken in die Energiewende einbringen. Eine Energiewende hin zu einer Versorgung mit 100% erneuerbaren Energieträgern ist machbar.
- Im Gegensatz zu Atomkraftwerken, die im günstigsten Fall nach 10 Jahren Bauzeit Strom liefern, sind Maßnahmen zur besseren Nutzung von Energie kurzfristig wirksam.
- Die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft sieht eine kontinuierliche Absenkung des Energiebedarfs auf 2000 Watt pro Person vor. Die Lebensqualität erfährt in der 2000-Watt-Gesellschaft eine Verbesserung: Energiedienstleistungen werden effizienter erbracht, THG-Emissionen werden reduziert, erneuerbare Energieträger werden erschlossen und fossile überflüssig, neue Unternehmensformen setzen sich durch (nutzen statt besitzen, reparieren statt wegwerfen), ...

Unsere Energieversorgung erfolgt derzeit überwiegend durch fossile Energieträger (Öl, Kohle, Gas), die – wie auch die Atomenergie – erschöpfbar sind, in absehbarer Zeit zur Neige gehen.

Neben „quantitativer“ Energieverschwendung praktizieren wir heute auch in großem Umfang „qualitative“ Energieverschwendung: Niedrigtemperaturwärme wird oft unter Einsatz hochwertiger Energieträger produziert.

Unser langfristiges Ziel muss deshalb eine Energiewende hin zu einer Vollversorgung mit erneuerbaren Energieträgern, die auf Dauer gewonnen werden können, sein. Auch erneuerbare Energieträger sind aber begrenzt – es gibt keine zweite Donau, die letzten verbliebenen natürlichen Fließgewässer sind einfach zu schade, um einer energieverschwendenden Praxis geopfert zu werden, Flächen für die Gewinnung von Energieträgern aus Land- und Forstwirtschaft (Biomasse) sind begrenzt, Sonne und Wind weisen nach Tageszeit und Jahreszeit Schwankungen auf.

Für Österreich konnte gezeigt werden, dass die ökologisch und sozial verträglich erschließbaren erneuerbaren Energieträger etwa 50% bis max. 65% des aktuellen Bruttoinlandsverbrauchs decken können.

Müssen wir uns also einschränken? Müssen wir auf die Errungenschaften unserer Zeit verzichten?

Energieverbrauch ist kein Selbstzweck. Niemand braucht Energie unmittelbar. Es geht vielmehr darum, Räume angenehm zu temperieren, Transporte zu erledigen, Geräte und Maschinen zu betreiben, Produkte und Dienstleistungen herzustellen.

Alle diese „Energiedienstleistungen“ können mit wesentlich geringerem Energieeinsatz als derzeit üblich erreicht werden.

Die Vermeidung von Energievergeudung (Energiesparen) und vor allem die effiziente Nutzung der verfügbaren Energie ist daher der Schlüssel zu einer umweltfreundlichen, finanziell leistbaren und auf Dauer sicheren Energieversorgung.

Diese Energiewende ist eine große Herausforderung, da sie Umstellungen in allen Lebens- und Wirtschaftsbereichen notwendig macht. Die Politik ist gefordert, die notwendigen rechtlichen und finanziellen Bedingungen dafür zu schaffen. Jeder einzelne von uns kann aber durch sein persönliches Verhalten wesentlich und ab sofort dazu beitragen. Die Energiewende fordert keine gravierenden Änderungen unseres Lebensstils. Es geht darum, bei allen unseren Handlungen bewusst zu entscheiden, wie wir sie erledigen: Bei der Einstellung der Heizung und der Wahl der Raumtemperatur (ein Grad Temperaturabsenkung bringt ca. 6% Energieeinsparung), bei der täglichen Wahl des Verkehrsmittels (Welche Wege kann ich zu Fuß, per Rad oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln erledigen?). Und natürlich beim Einkauf: Von der Deckung des täglichen Bedarfs bis hin zu Geräten, Maschinen, Fahrzeugen.

Klimaschutz, bessere Umweltqualität, wünschenswerte volkswirtschaftliche und persönliche Auswirkungen und gesteigerte Zufriedenheit, Unabhängigkeit von Energieimporten,



Sicherung von Einkommen und Arbeit sind positive Aspekte einer solchen Energiewende, wie ein interdisziplinäres Wissenschafterteam bei der Evaluierung der Studie „Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich“ festgestellt hat.