

ENERGIESICHERHEIT IST NATIONALE SICHERHEIT

Ein Rahmen für bessere Energieergebnisse in Australien

Stephen Wilson

November 2023



Vorwort von Scott Hargreaves

..Energie ist ein entscheidender Bereich der „hohen Politik“,
bei dem grundlegende Fragen des Wirtschaftswachstums und
der nationalen Sicherheit auf dem Spiel stehen.

—Robert O. Keohane, 19781

Energiesicherheit ist nationale Sicherheit:
Ein Rahmen für bessere Energieergebnisse in Australien

Veröffentlicht von IPA.
Gedruckt in Melbourne, Australien, 2023.
Copyright IPA 2023. Alle Rechte vorbehalten.
www.ipa.org.au

Bildquelle: LNG-Tanker im Hafen angedockt, Alamy, Akiyoko Yokoyama, 2016

Alle Rechte vorbehalten. Ohne die oben vorbehaltenen Urheberrechte einzuschränken, darf kein Teil dieser Veröffentlichung reproduziert, in einem Datenbank- und Abrufsystem gespeichert oder eingegeben oder in irgendeiner Form oder mit irgendeinem Mittel (elektronisch, mechanisch, durch Fotokopieren, Aufzeichnen oder auf andere Weise) übertragen werden die vorherige schriftliche Genehmigung sowohl des Urheberrechtinhabers als auch der oben genannten Herausgeber.

VORWORT

Ziel dieses Papiers ist es, die Grundlagen der Energiepolitik in Australien neu zu formulieren, die Debatte anzuregen und als Leitfaden für zukünftige Forschungen (einschließlich, aber nicht nur der von der IPA) durchgeführten Forschung zu dienen. Es wird die Art und Bedeutung der Energiesicherheit beschreiben und erklären, warum sie die vorrangige Überlegung bei der Energie- und damit verbundenen Politik sein muss, nicht zuletzt, weil Energiesicherheit nationale Sicherheit ist.

Australien befindet sich seit einiger Zeit in der Energiepolitik in einer Sackgasse, und dies hat reale negative Auswirkungen. Der National Electricity Market (NEM), der alle Bundesstaaten außer Westaustralien abdeckt, wurde Mitte 2022 ausgesetzt. Der Gasmarkt an der Ostküste wurde faktisch verstaatlicht, als die Bundesregierung Preiskontrollen und Mechanismen zur Steuerung der Lieferungen einführte.

Unterdessen steigen die Kosten für die Verbraucher weiter und die Marktbetreiber berichten von einem erhöhten Risiko von Stromausfällen.

Die Bundesregierung verfügt über einen offiziellen Plan für das NEM in Form des Integrierten Systemplans (ISP), dessen unrealistische Annahmen und Mängel jedoch von Tag zu Tag offensichtlicher werden. Während bestehende Grundlastkapazitäten abgeschaltet werden, werden die versprochenen Investitionen in erneuerbare Energien und der versprochene massive Ausbau des physischen Netzes nicht umgesetzt – weil dies nicht möglich ist.

Wir haben auch gesehen, wie sich dies auf unsere geopolitische Position und unseren internationalen Ruf ausgewirkt hat. Das Fehlen einer Verpflichtung, unsere Freunde und Verbündeten mit der Energie zu versorgen, die sie brauchen, hat zu beispiellosen Ergebnissen geführt, wie zum Beispiel zu öffentlichen Besorgnisbekundungen des japanischen Premierministers Minister und japanische Energiekunden. Und, umständlicher ausgedrückt, die Bereitschaft von Ländern wie Indien, sich weiterhin auf russisches Öl und Gas zu verlassen, obwohl letzteres Land angeblich ein internationaler Paria ist.

Es ist fast 70 Jahre her, dass Australien eine langjährige Partnerschaft mit Japan eingegangen ist, das über einen enormen Produktionssektor und eine hochqualifizierte Bevölkerung verfügt, aber über keine energiereichen Brennstoffe verfügt. Indem wir sie direkt mit Kohle und Gas beliefern und indirekt die Brennstäbe liefern, die sie für ihre Kernkraftwerke benötigen, haben wir ihre nationale Sicherheit gewährleistet. Es ist an der Zeit, diese Exporte nicht nur im Hinblick darauf zu betrachten, was sie zu unserem Exportergebnis beitragen, sondern auch im Hinblick auf ihre Rolle, uns in ein Netzwerk von Freunden und Verbündeten einzubinden, das im Mittelpunkt unseres Handelns stehen muss strategisches Denken.

Wir setzen unsere Zukunft auf ein umfangreiches Programm zur Anschaffung neuer Wind- und Solaranlagen Energieanlagen, die überwiegend aus China stammen, ignorieren das Risiko weiterer Störungen der Lieferkette. Wir alle haben miterlebt, wie global die Lieferketten waren

gestört durch COVID und jetzt durch Krieg. Wie können wir dies in einer Zeit der weiteren Deglobalisierung bewältigen, insbesondere wenn kritische seltene Erden und Mineralien knapp werden? Die Rückverlagerung der Produktion in die USA, die vor dem Hintergrund der Energieunabhängigkeit erreicht wurde, ist bereits seit einem Jahrzehnt im Gange. Es wurde von Trump befürwortet, wird aber unter Biden fortgesetzt. Die Sanktionen von Biden und dem Rest des Westens gegen Einzelpersonen und Unternehmen, die jegliche Form der Produktion in China und Russland unterstützen, werden nachhaltige Auswirkungen haben.

Die monomanische Fokussierung auf die Klimapolitik, weil sie in einem globalen Kontext angesiedelt ist, vermittelt den illusorischen Eindruck eines globalen Verständnisses und einer „Helikopter-Sicht“ auf die Situation. In Wirklichkeit basiert die klimapolitische Denkweise auf kaum mehr als einer vereinfachten Version der „Tragödie der Allmende“, bei der unser wichtigster Beitrag darin besteht, „unseren Beitrag zu leisten“. Es führt uns daher zu gestischen Maßnahmen, um Absicht und Engagement zu signalisieren, die vor allem in der Verpflichtung der australischen Regierung zum Ziel von Netto-Null-Emissionen bis 2050 zum Ausdruck kommen.

„Unseren Beitrag leisten“ ist ein Gefühl, das für einen Arbeiter in der örtlichen Schule geeignet ist und nicht auf das nationale Interesse ausgerichtet ist. Vor allem, wenn so viele Länder im Gegensatz zu ihren Nachbarn nicht auf unser Beispiel reagieren und ihre eigenen Gründe haben, eine Wachstumsagenda zu verfolgen.

Es hat zwanzig Jahre dauernder staatlicher Interventionen gedauert, bis Australiens Energiesicherheitslage diesen Krisenpunkt erreicht hat. Es gibt keine schnellen Lösungen mehr.

Im Inland hätte das ursprüngliche Marktdesign, wenn es wie vorgesehen funktioniert hätte, weiterhin gesellschaftlichen Zielen dienen können. Allerdings ist es kaputt. Es reicht nicht aus, zu versuchen, den Rückwärtsgang einzulegen; Stattdessen muss ein neuer Kurs festgelegt werden.

Die Sackgasse, von der ich spreche, hängt zum Teil mit dem zusammen, was ich im Laufe von zwei Jahrzehnten in und um die Energiebranche den „State of Origin“-Irrtum nannte, analog zu der Leidenschaft, die Anhänger rivalisierender Staaten in der Rugby League an den Tag legen. Ganz gleich, wie ich eine Präsentation zu Energieszenarien und -politik gestaltete, die Frage-und-Antwort-Runde würde sich unweigerlich an Stakeholder wenden, die ihre Unterstützung für ihr Lieblingsteam zum Ausdruck bringen, sei es Wind, Sonne, Kohle, Gas, Atomkraft, Wasserstoff oder eine technische Lösung aus dem Blauen Himmel.

Der Bundesminister für Klimawandel und Energie, Chris Bowen, hatte nicht ganz Unrecht, als er sagte, es sei an der Zeit, die „Energiekulturkriege“ zu beenden, aber es war unaufrichtig, dies zu tun, wenn seine Lösung darin bestand, alle zukünftigen Siege seinen Favoriten zuzusprechen Team, erneuerbare Energien; und vorsorglich darauf hinzuweisen, dass bestimmte Energieformen (wie Atomkraft) im Wettbewerb überhaupt nicht zugelassen sind.

Die Antwort einiger, wir sollten stattdessen „energieagnostisch“ sein – im besten Sinne des Wortes gleichgültig gegenüber der Quelle erschwinglicher und zuverlässiger Energie – ist ein guter Anfang, aber kaum ein ausreichender. Es geht davon aus, dass der Markt natürlich die beste Lösung hervorbringen wird – wenn der Markt jedoch kaputt ist, ist dies nicht der Fall. Es erlaubt auch nicht die Einbeziehung von Umweltaspekten, und das ist auch nicht der Fall

Unterstützung der Art der Planung, die für den effektiven Betrieb des physischen Netzes und seiner Bestandteile unerlässlich ist.

Zunächst ist es notwendig, die Ziele des Energiesystems zu artikulieren, die auf einem breiteren Spektrum gesellschaftlicher Ziele basieren. Bevor wir zu bestimmten Empfehlungen übergehen, muss ein Rahmen für die Analyse geschaffen werden. Dies muss nicht von Grund auf neu geschrieben werden, da die entwickelte Welt mit der Internationalen Energieagentur und ähnlichen Organisationen bereits ein solides Mittel zur Berücksichtigung der wirtschaftlichen, ökologischen und Energiesicherheitsperspektiven bei der Politikgestaltung geschaffen hat. Leider wurde dies in den letzten Jahren verdrängt, da ein Element (Emissionen) eines Aspekts (Umwelt) dominieren durfte – unter Ausschluss anderer Faktoren, insbesondere der Energiesicherheit.

Dieser Zerfall der Politikgestaltung und der damit einhergehende Rückgang ihrer Komplexität wurden am deutlichsten bei der Entwicklung des Konzepts „Netto-Null bis 2050“. Dies entstand erstmals bei einem Retreat in einem Landhaus in Schottland mit Christiana Figueres und einigen Dutzend führenden Frauen der globalen Umweltbewegung. Anschließend wurde es an die UN verkauft, die wiederum die IEA beauftragte, es in globale Ziele für das Energiesystem umzuwandeln (wie von der IPA im Jahr 2021, zum Zeitpunkt der COP26 in Glasgow, dokumentiert). Das Ergebnis ist eine Reihe politischer Eingriffe von oben nach unten, die zu katastrophalen Folgen für Verbraucher, Energiesicherheit und tatsächlich die physische Umwelt (d. h. Landnutzung und Artenvielfalt) führen.

Während es einige Zeit dauern wird, einen alternativen Weg nach vorne zu entwickeln, besteht der vernünftigste und stärkste Schritt, den die aktuelle Generation von Entscheidungsträgern in Australien unternehmen kann, darin, keine unwiderruflichen Entscheidungen mehr zu treffen, sondern echte Optionen für die zukünftige Entwicklung zu schaffen (z. B. die Aufhebung von Verboten). zu Atomkraft) und der Versuchung zu widerstehen, noch mehr Steuergelder (und tatsächlich politisches Kapital) für die Verfolgung von Plänen (wie dem ISP) bereitzustellen, die zu keinem Zeitpunkt realisierbar waren.

Die jüngste Entscheidung der Regierung von New South Wales, die Lebensdauer des Kraftwerks Eraring zu verlängern, ist zu begrüßen, da sie dem oben genannten Test für die Entscheidungsfindung in dieser Übergangszeit entspricht.

Angesichts der Dringlichkeit dieser Themen begann die IPA im Jahr 2022 mit der Planung für die Einrichtung eines Zentrums für Energiesicherheit und startete eine Reihe von Zwischenforschungsprojekten, die zu Veröffentlichungen über das ISP und die Auswirkungen von Grundlastkraftwerksschließungen führten (*Liddell: The Line in the Sand*) und andere. In Materialien, die an Interessenvertreter und potenzielle Interessenvertreter verteilt wurden, skizzierten wir unseren Plan für ein Forschungszentrum innerhalb der IPA, das Folgendes bieten würde:

- Ehrliche und gründliche Einschätzungen des Energiesystems, der Technologien, globaler Trends, Optionen und der tatsächlichen Kosten und Vorteile der vorgeschlagenen politischen Interventionen bis zum Jahr 2100 in einer Welt, in der die Energiesicherheit von den Nationalstaaten weiterhin allgemein geschätzt wird.
- Realistische Handlungsszenarien, die den Wert widerspiegeln, den Verbraucher und Industrie der Zuverlässigkeit und Wettbewerbsfähigkeit unserer heimischen Energieversorgung beimessen, sowie den Wunsch der globalen Märkte nach sicherer Energieversorgung.

Die tägliche Medienberichterstattung über Energiethemen wird von dem wahrgenommenen Konflikt zwischen Erschwinglichkeit und Emissionszielen dominiert. Meines Wissens ist die IPA die einzige Organisation in Australien, die sich dafür einsetzt, die Debatte neu auszubalancieren und neu auszurichten, indem sie der Energiesicherheit wieder ihren rechtmäßigen Platz einräumt. Im Kontext des nationalen Stromnetzes bedeutet dies, die Zuverlässigkeit sicherzustellen; Stellen Sie sicher, dass die Lichter nicht ausgehen.

Mit dem angesehenen Energieexperten Professor Stephen Wilson fand die IPA die ideale Person, um das Konzept der Energiesicherheit, ihre Rolle im Energiesystem und ihre Verbindungen zu umfassenderen Überlegungen, einschließlich der nationalen Sicherheit, zu artikulieren.

Als Ingenieur versteht Stephen das physikalische System, das der Durchführbarkeit utopischer Pläne zwangsläufig Grenzen setzt. Und als Wirtschaftswissenschaftler mit jahrzehntelanger Erfahrung kann er die analytischen Rahmenbedingungen der Energiepolitik auf die aktuellen Dilemmata anwenden, mit denen australische und internationale Entscheidungsträger konfrontiert sind. Durch diese besondere Kombination von Fachwissen kann Stephen sich Szenarien vorstellen, die über die Vorstellungen von Menschen hinausgehen, die in den aktuellen Paradigmen gefangen sind.

Als jemand, der Vollzeit als Akademiker gearbeitet hat und Teilzeitverbindungen behält, zeigt Stephen Wilson die Bereitschaft, mit Interessenvertretern aus dem gesamten Spektrum in den Dialog zu treten. Eine solche Offenheit – gegenüber allen Anliegen und Ideen – wird in den kommenden Jahren von entscheidender Bedeutung sein.

In diesem Papier werden auch einige der zukünftigen Forschungsrichtungen des IPA vorgestellt. Ich werde mich weiterhin mit Interessenvertretern und potenziellen Unterstützern unseres geplanten Zentrums für Energiesicherheit treffen, mit Blick auf seine formelle Gründung im Jahr 2024. Wenn Sie mehr wissen möchten, zögern Sie bitte nicht, mich zu kontaktieren.

Scott Hargreaves
Geschäftsführender Direktor
Institut für öffentliche Angelegenheiten
Melbourne, November 2023

INHALT

Einführung	3
1 Wo sind wir und wie sind wir hierher gekommen?	7
2 Aufbau der Arbeit	11
3 Wie sehen wir die Zukunft Australiens und wie können wir dorthin gelangen?	13
4 Eine gute Energiepolitik braucht einen zeitlosen Rahmen	15
5 Wie lässt sich das energiepolitische Trilemma lösen?	17
6 Sicherheit	21
7 Erschwinglichkeit	23
8 Äußerlichkeit	29
9 Fazit	33
10 Anhang Eins	35
11 Anhang Zwei	37
12 Anhang Drei	39
Glossar der Begriffe	49
Über das Institut für öffentliche Angelegenheiten	51
Über die Autoren	51
Referenzen und Notizen	53

DIESE SEITE WURDE ABSICHTLICH FREIGELASSEN

EINFÜHRUNG

Sonnenschein ist wunderbar. Man sagt, dass sogar ein Blinder die Wärme der Sonne an einem kalten Tag zu schätzen weiß. Es heißt auch, dass Tageslicht das beste Desinfektionsmittel sei. Licht ist eine zeitlose Metapher für Wissen und Verständnis, und Wärme steht für Freundlichkeit.

Sonnenschein war eine Lieblingsmetapher von Ronald Reagan, an den sich seine Bewunderer und Kritiker wegen seines sonnigen Gemüts während des Kalten Krieges erinnern. Reagan verwendete zu Beginn seiner Antrittsrede als Gouverneur von Kalifornien im Jahr 1967 eine Sonnenschein-Metapher. In dieser Rede sagte er auch:

Freiheit ist eine zerbrechliche Sache und nie mehr als eine Generation vom Aussterben entfernt.²

In unserer Generation sind Australien und die westliche Gesellschaft gegenüber einer modernen Form der Sonnenanbetung blind geworden. Dies ist durch den Irrglauben gekennzeichnet, dass die moderne Welt durch Sonnenkollektoren und Windkraftanlagen angetrieben werden kann, die alle mit riesigen Batterien elektrochemischer Zellen ausgestattet sind.

Die blinde Abhängigkeit von Sonnenschein, Wind und Wasser wird von vielen als universelles Energieheilmittel angesehen. Manche sehen in „erneuerbaren Energien“ den Schlüssel zur Befreiung von hohen Energiekosten. Andere meinen, es sei die Antwort auf die Minimierung negativer Auswirkungen auf die Umwelt und die Gesellschaft. Wieder andere sehen darin die Lösung für die Energiesicherheit. All diese einfältigen Ansichten sind schlimmer als falsch. Sie sind gefährlich wahnhaft.

Ob durch die Ignoranz unserer politischen Führer; oder das zynische Eigeninteresse von Finanziers, Investoren sowie Vorständen und Managern von Unternehmen; oder passive Akzeptanz durch die Öffentlichkeit; Diese drei Missverständnisse – Kosten, Umwelt und Sicherheit – sind weit verbreitet. Man findet sie in der Wirtschaft und beim Militär. Sie zirkulieren in den Hallen der Wissenschaft und den Korridoren der Regierung.

Wind- und Solarenergie werden unter den Labels „erneuerbare Energie“, „saubere Energie“ und „grüne Energie“ verkauft. Das ist in Ordnung, solange wir uns darüber im Klaren sind, dass es sich hierbei um Marketingbezeichnungen und nicht um Fachbegriffe handelt.

Der Glaube, dass Wind- und Solarenergie „die billigste Energieform“ seien, ist eine trügerische Halbwahrheit. Die Levelised Cost of Energy (LCoE) ist die Messgröße, mit der die Öffentlichkeit und unsere politischen Führer über die Kosten in die Irre geführt werden. CSIRO spielt dieses Spiel, ebenso wie AEMO und viele andere. Dies wird von den Medien bestätigt.

Wenn Wind- und Solarenergie billig sind, dann sind sie auch böse. Niedrigwertige Energie – verdünnt, intermittierend, instabil und unzuverlässig – ist nach der Wertschöpfung zur Verbesserung der Qualität, zur Anpassung an unsere realen Serviceanforderungen, zur Absicherung und zur Stabilisierung des Stromsystems nicht billig.

Entgegen der landläufigen Meinung gilt: Je mehr Wind- und Solarenergie zu einem System hinzugefügt wird, desto teurer wird die Bereitstellung als Dienstleistung.

Sie bekommen das, wofür Sie bezahlen, oder in diesem Fall das, was Ihre Nachbarn unwissentlich haben. prickelnd gezwungen gewesen, zu subventionieren.

Zu den hohen wirtschaftlichen Kosten und versteckten finanziellen Belastungen bei der Nutzung von Wind- und Solarenergie kommen noch enorme physische Fußabdrücke hinzu. Kernenergie benötigt ähnlich kleine Landflächen wie Kohle, Öl und Erdgas: ein kleiner Bruchteil der Landfläche, die Wind- oder Solarenergie, Wasserkraft oder Biomasse benötigen. Die Kernenergie erfordert einen kleinen Bruchteil des Materialdurchsatzes für den Bau und den lebenslangen Brennstoff aller anderen Energieformen, seien es Kohlenwasserstoffe oder „erneuerbare“ Energien.³ Ein interaktives Diagramm zeigt, dass die Kernenergie den kleinsten ökologischen und sozialen „Fußabdruck“ aller Energien insgesamt hat Quellen, wenn Sterblichkeit, Emissionen, Landnutzung, Materialverbrauch, kritische Mineralien, Kosten, Kapazitätsfaktor und feste Abfälle berücksichtigt werden.⁴

Wir müssen uns also fragen:

- *Was ist Energiesicherheit?*

Auf das Wesentliche reduziert ist Energiesicherheit **die Kraft, frei zu sein und zu arbeiten.**

Energiesicherheit **ist** nationale Sicherheit. Eine Nation kann das eine nicht ohne das andere haben.

- *Warum ist Energiesicherheit wichtig?*

Ohne Energiesicherheit kann eine Nation machtlos werden. Ohne ausreichende Arbeitskapazität gerät eine Nation schnell ins Stocken. Bürgerunruhen werden dann zu einer echten Gefahr.

Da eine solche Nation nicht in der Lage ist, sich zu verteidigen, und ohne die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten, besteht die Gefahr, dass sie ihre Freiheit verliert.

- *Was muss dagegen getan werden?*

Wir müssen Bewusstsein und Verständnis schaffen – von unserem eigenen Haus bis zum Parlamentsgebäude.

Wir müssen unsere eigene Geschichte neu lernen. Das Wasserkraftprojekt Snowy Mountains wurde Ende der 1940er Jahre von Chifleys Regierung unter Bezugnahme auf das *Verteidigungsgesetz ins Leben gerufen*: Damit wurde anerkannt, dass Energiesicherheit nationale Sicherheit ist.

Wir müssen auf die immer reifere öffentliche Diskussion reagieren, die jetzt über die Kernenergie eröffnet wurde. Das bedeutet, die kostbaren verbleibenden Jahre der 2020er-Jahre zu nutzen, um echte Optionen zu schaffen, damit wir bei Bedarf in der Lage sind, Kernkraftwerke ab den 2030er-Jahren zu errichten.

In der Zwischenzeit täte Australien gut daran, dem vernünftigen Rat von Dr. Maria Korsnick, Präsidentin und CEO des Nuclear Energy Institute in Washington, D.C., zu folgen:

„Hören Sie auf, Ihre Kohlekraftwerke in die Luft zu sprengen – Sie sind noch nicht bereit, ohne sie zu leben!“

Der Einsatz von Sprengstoffen an kritischen Infrastrukturen ist in der Regel das, was feindliche Kräfte tun. Die Zerstörung dieser Vermögenswerte wird in vielen Fällen bejubelt, bevor sie ihre geplante Lebensdauer erreicht haben.

Nicht einmal Deutschland, dessen energiepolitische Einstellungen auf eine kollektive nationale Sabotage schließen lassen, zerstört seine alten Kohlekraftwerke. Deutschland verfügt derzeit über rund 45 GW Kohlekraftwerkskapazität. Während ein Teil davon abgeschaltet wurde, wird ein Teil davon in Reserve gehalten, um die Versorgungssicherheit des Landes zu gewährleisten.⁵

Sun Tzu sagte:

Es liegt in unseren eigenen Händen, uns vor einer Niederlage zu schützen, aber die Möglichkeit, den Feind zu besiegen, bietet der Feind selbst.

In einer großen Rede vor dem Nationalkongress im Jahr 2022 sagte Xi Jinping:

„Auf der Grundlage der Energie- und Ressourcenausstattung Chinas werden wir Initiativen vorantreiben, um den Höhepunkt der Kohlenstoffemissionen gut geplant und stufenweise zu erreichen, **im Einklang mit dem Grundsatz, Neues zu bauen, bevor man es wegwirft. „ das alte. ...**

Kohle wird sauberer und effizienter genutzt, und es werden größere Anstrengungen unternommen, um Erdöl und **Erdgas zu erforschen und zu entwickeln**, weitere ungenutzte Reserven zu entdecken und die Produktion zu steigern. Wir werden die Planung und Entwicklung eines Systems für **neue Energiequellen beschleunigen, den Ausbau der Wasserkraft** und den Umweltschutz in Einklang bringen **und die Kernenergie** aktiv, sicher und geordnet entwickeln. Wir werden unsere Systeme zur Energieerzeugung, -versorgung, -speicherung und -vermarktung stärken, **um die Energiesicherheit zu gewährleisten.“⁶**

In Australien sagte der Oppositionsführer:

Sie können das alte System nicht ausschalten, bevor das neue System bereit ist.⁷

Wenn sich der Vorsitzende der Kommunistischen Partei Chinas und der Oppositionsführer der Liberalen Partei in Australien in einer grundlegenden Frage der Energiepolitik einig sind, ist dies wahrscheinlich gesunder Menschenverstand.

Bis dahin sollten keine weiteren australischen Kohlekraftwerke abgerissen werden. Kapazität von Kernkraftwerken wird in Betrieb genommen. Das ist grundlegende Vorsicht.

Die energiepolitischen Fehler Deutschlands lassen sich über 20 Jahre zurückverfolgen: naive übermäßige Abhängigkeit von Wind- und Solarenergie; übersieht die Bedeutung der Gasversorgungssicherheit; und Ablehnung der Kernenergie. Australien macht die gleichen großen Fehler in der Energiepolitik.⁸

Die japanische Regierung und große japanische Unternehmen sind äußerst besorgt über die Verringerung der Energiesicherheit Japans und das Potenzial für größere Schäden in der indopazifischen Region, weil Australien seine eigene Energiesicherheit vernachlässigt.⁹

Es ist höchste Zeit, dass Australien sich damit auseinandersetzt, was Energiesicherheit ist, warum sie wichtig ist und was dagegen getan werden muss. Wenn wir das nicht bald tun, werden wir es auf die harte Tour erfahren.

1

Wo sind wir und wie sind wir hierher gekommen?

Etwas historischer Kontext

Es war der erste Ölchock im Jahr 1973, der die Vereinigten Staaten, Europa und insbesondere Japan dazu veranlasste, ihre Aufmerksamkeit auf die Energiesicherheit zu richten. Die Organisation erdölexportierender Länder (OPEC) verfolgte eine Kartellstrategie und hielt den großen Importländern Lieferungen vor. Als Reaktion darauf wurde 1974 auf Anraten des Nationalen Sicherheitsberaters des US-Präsidenten, Dr. Henry Kissinger, die Internationale Energieagentur (IEA) gegründet: Sie etablierte eine formelle Koordinierung vorbehaltlich eines internationalen Vertrags unter dem Dach der Organisation für Wirtschaft Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD). Australien unterzeichnete das Abkommen und wurde 1979 Mitglied der IEA.

Die beiden Hauptaufgaben der IEA bei ihrer Gründung waren die Sammlung, Analyse und Veröffentlichung zuverlässiger Daten und Informationen über Energie (insbesondere Rohöl) und die Verwaltung eines kollektiven Notfallreaktionsmechanismus (CERM), der auf den Pflichten der Mitglieder zur Bevorratung von Ölreserven basiert. Beide Verantwortlichkeiten bestehen bis heute fort.¹⁰ Im Zuge der Weiterentwicklung der Energiemärkte wurde die Abhängigkeit vom Öl durch die zunehmende Abhängigkeit von Kohle, Kernenergie, Erdgas und in jüngerer Zeit in geringem Maße auch von Quellen wie Wind- und Solarenergie verringert. Die Arbeit der IEA hat sich ausgeweitet. Dennoch hat die IEA nur begrenzte strukturelle und institutionelle Veränderungen erlebt. Die Vollmitgliedschaft bleibt durch den Gründungsvertrag und den Status der IEA innerhalb der OECD¹¹ eingeschränkt. Im Jahr 2024 jährt sich die IEA zum 50. Mal. Forderungen nach umfassenden Reformen der IEA – unter anderem von Dr. Kissinger selbst in einer Rede beim Abendessen zum 35-jährigen Jubiläum – sind bisher weitgehend unbeachtet geblieben.

Über weite Strecken des letzten Jahrzehnts oder länger wurde die Energiepolitik in Australien sehr eindimensional diskutiert, wobei Umweltbelange im Vordergrund standen. Dieser Ansatz ersetzte einen früheren eindimensionalen Ansatz aus den 1990er Jahren, bei dem wirtschaftspolitische Belange dominierten. Formulierungen wie „die größten Effizienzgewinne“, „Beseitigung von Ineffizienzen“, „Verbesserung der Effizienz“, „Spielraum für Rationalisierung“ und „effizientere Preispolitik“ prägen das Mandat der Industriekommission für ihren Bericht zur Energieerzeugung und Vertrieb.

Wirtschaftliche Bedenken waren (natürlich) das Hauptanliegen des Bundesschatzmeisters Paul Keating, als er sie am 20. Mai 1990 unterzeichnete.

Die politischen Bedenken in den 2000er-Jahren überschritten sich mit der Ära der 1990er-Jahre, in der es vor allem um liberale Wirtschaftsreformen ging, und den 2010er-Jahren, als sich die energiepolitische Debatte zunehmend auf Treibhausgasemissionen konzentrierte (die zunehmend so behandelt wurden, als ob dies das einzige Umweltproblem sei). In den 2000er Jahren setzte sich die Idee durch, dass das Erreichen von Umweltzielen so einfach sei wie die Lenkung wirtschaftlicher Kräfte durch Marktmechanismen oder Steuerinstrumente. Am 1. Juli 2012 trat eine CO₂-Emissionssteuer in Kraft (später mit Wirkung zum 1. Juli 2014 aufgehoben). Der Trend lässt sich bis ins Jahr 2000 zurückverfolgen, als durch von der Regierung von Premierminister John Howard erlassene Gesetze Subventionen für Investitionen in Solar- und Windenergie eingeführt wurden.

Energiesicherheit spielte die dritte Geige oder wurde vernachlässigt: In den 1990er Jahren lag der Schwerpunkt auf der Wirtschaftspolitik; in den 2000er Jahren liegt der Schwerpunkt auf der Nutzung wirtschafts-, finanz- und fiskalpolitischer Instrumente zur Steuerung der Umweltpolitik; Dies ist auf die zunehmende Fokussierung auf umweltpolitische Ziele in den 2010er und 2020er Jahren zurückzuführen. Der politische Kurs ging zu Lasten der Gewinne aus den ursprünglichen Marktreformen der 1990er Jahre, etwa in Bezug auf betriebliche Effizienz, Preistransparenz und Kapitalinvestitionsdisziplin. Während alte Wettbewerbsbarrieren beseitigt wurden, wurden neue Barrieren errichtet und dabei die Interessen der Verbraucher erneut vernachlässigt.

In diesem Papier wird dargelegt, dass Sicherheit die wichtigste energiepolitische Verantwortung der Regierung eines jeden Landes ist. Dadurch soll die nationale Energie-, Wirtschafts- und Umweltdebatte neu ausgerichtet werden. Sicherheit ist nicht der *einzige* Aspekt einer vernünftigen Energiepolitik, und in diesem Dokument wird nicht versucht, wirtschaftliche oder ökologische Überlegungen außer Acht zu lassen. Tatsächlich werden die Herausforderungen der komplexen Dreiecksspannungen und Wechselwirkungen zwischen den drei Überlegungen im energiepolitischen Trilemma erkannt, das den Rahmen bildet, der in diesem Papier verwendet wird.

„Energiesicherheit **ist** nationale Sicherheit.“

–Maria Korsnick, Präsidentin und
CEO des Nuclear Energy Institute

DIESE SEITE WURDE ABSICHTLICH FREIGELASSEN

2 AUFBAU DES PAPIERS

Der Rest dieses Dokuments ist wie folgt aufgebaut:

- Der Abschnitt „*Was ist Energiesicherheit und warum ist sie wichtig?*“ Bietet eine **Definition** von Energiesicherheit und beschreibt den **Zweck** des Papiers.
- Der Abschnitt „*Wie sehen wir die Zukunft Australiens und wie können wir dorthin gelangen?*“ skizziert die Form einer positiven Vision der langfristigen Zukunft Australiens, die auf dem basiert, was wir wissen, und – was ebenso wichtig ist – unter Berücksichtigung dessen, was wir nicht wissen. Mit diesem **Ziel** vor Augen wird auch ein praktischer **Ansatz** beschrieben dafür, wie wir dorthin gelangen können.

Der Abschnitt erklärt, dass *eine solide Energiepolitik einen zeitlosen Rahmen erfordert* bietet eine Struktur für ruhiges und methodisches Denken inmitten der turbulenten Unsicherheit und des scheinbaren Wahnsinns um uns herum. Den Rahmen bildet das energiepolitische Trilemma aus Sicherheit, Erschwinglichkeit auf der Grundlage wettbewerbsfähiger Kosten und „Externalitäten“ von Umweltauswirkungen, die noch nicht in die Ökonomie eingepreist sind.

Im nächsten Abschnitt wird erklärt, dass wir zum Verständnis der Energiesicherheit *Systemdenken* nutzen, die Sicherheitsprämien berücksichtigen und die Geopolitik wertschätzen müssen. Darüber hinaus werden Kostenwettbewerbsfähigkeit und *Erschwinglichkeit* stark von den zugrunde liegenden thermodynamischen Grenzen, den unausweichlichen Gesetzen der Wirtschaft und den Gesetzen und Richtlinien der jeweiligen Machthaber beeinflusst. Schließlich wird jede Auswirkung auf die natürliche Umwelt, egal ob negativ oder positiv, die nicht in der Wirtschaft berücksichtigt oder in einer Finanztransaktion zwischen Käufern und Verkäufern bezahlt (oder von einer Regierung besteuert) wird, als Externalität bezeichnet. Alle physischen Einschränkungen, die sich nicht in den Marktpreisen widerspiegeln, bilden die Grundlage für die Schätzung externer Effekte, die in „Grüne Prämien“ übersetzt werden können. Die Rolle des Umweltrechts wird diskutiert. Die Schlussfolgerungen runden das Hauptpapier ab.

Es folgen drei Anhänge. Der erste befasst sich mit der Frage: *Was ist Energiesicherheit und warum ist sie wichtig?* Der zweite beantwortet die Frage: *Erhöht mehr Wind- und Solarenergie die Energiesicherheit?* Der dritte Teil beschreibt *die Richtungen für die zukünftige Forschung* im Rahmen eines Programms zur Energiesicherheit.

Außerdem wird ein Glossar mit Begriffen bereitgestellt, gefolgt von Endnoten und den in der Arbeit zitierten Referenzen.

DIESE SEITE WURDE ABSICHTLICH FREIGELASSEN

3

Wie sehen wir die Zukunft Australiens und wie können wir dorthin gelangen?

Ziel und Vorgehensweise

Das IPA-Forschungsprogramm definiert **Energiesicherheit** als die **Fähigkeit, frei zu sein und zu arbeiten**. Diese wird als Canberra-Definition bezeichnet, um sie von der Vielzahl der in der Literatur identifizierten Definitionen zu unterscheiden.¹² Wie in Abbildung 1 dargestellt, basiert die Canberra-Definition auf Standarddefinitionen von Energie, Arbeit und Leistung im Einklang mit der Ingenieurwissenschaft und Standarddefinitionen der Sicherheit und der Freiheit. Die Verbindung dieser Definitionen und Konzepte liefert uns eine prägnante Definition von Energiesicherheit.

Abbildung 1: Die Canberra-Definition von Energiesicherheit und anderen Forschungsprogrammen unter die IPA



Diese Definition von Energiesicherheit wurde vom Autor erstmals am 12. Mai 2023 beim IPA Retreat im Hotel Canberra vorgestellt.

Die Canberra-Definition von Energiesicherheit steht im Einklang mit dem obigen Zitat, dass „Energiesicherheit nationale Sicherheit /ST.“ Die Betonung liegt im ursprünglichen mündlichen Zitat: Die beiden sind untrennbar miteinander verbunden. Es ist nicht möglich, Energiesicherheit ohne nationale Sicherheit oder nationale Sicherheit ohne Energiesicherheit zu haben. Die Landesverteidigung erfordert sichere und robuste Energieversorgungsleitungen.

Nachdem die Definition abgeleitet wurde, stellte der Autor die Frage:

Steht Energiesicherheit in Zusammenhang mit anderen aktuellen Forschungsprogrammen des IPA?

Die überraschende Antwort war, dass die Energiesicherheit, wie sie unter dieser Definition verstanden wird, fünf weitere derzeit am IPA laufende Forschungsprogramme beeinflusst und von diesen beeinflusst wird, wie in Abbildung 1 dargestellt.

In unterschiedlichem Maße berücksichtigen diese Forschungsprogramme die umfassende Frage der Art von Nation, die die Australier in Zukunft gerne sein würden.

Energiesicherheit ist für Australien eindeutig von Bedeutung und steht in Zusammenhang mit den anderen Forschungsprogrammen der IPA. Die Forschung erfordert einen systematischen Ansatz innerhalb eines klar definierten Rahmens, wie im nächsten Abschnitt beschrieben.

4

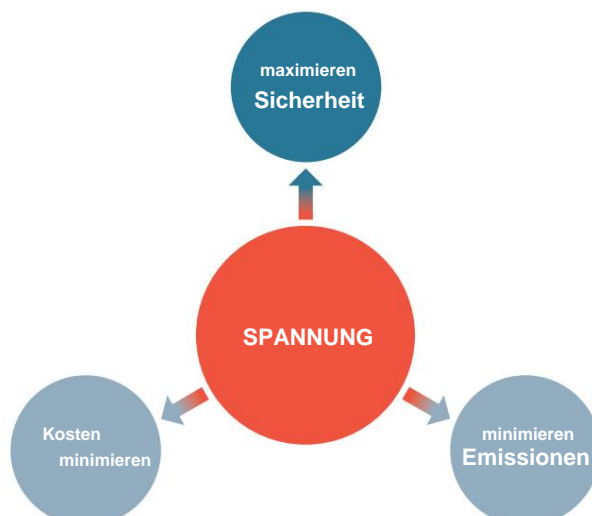
Eine solide Energiepolitik erfordert A ZEITLOSER RAHMEN

Eine Methode für ruhiges Denken inmitten des scheinbaren Wahnsinns um uns herum

Alle Regierungen wünschen sich die gleichen drei Dinge: Energiesysteme, in denen die Versorgung sicher und zuverlässig ist; die Kosten sind erschwinglich und wettbewerbsfähig; und negative Auswirkungen auf die natürliche Umwelt werden minimiert. Dies gilt unabhängig davon, ob das Land reich oder arm, groß oder klein, entwickelt oder in der Entwicklung, demokratisch oder autokratisch, ein Netto-Energieexporteur oder -Importeur ist.

Dies wird als energiepolitisches Trilemma bezeichnet, da die drei Ziele normalerweise in einem Spannungsverhältnis oder Konflikt stehen (Abbildung 2). Die Betonung eines oder zweier Punkte tendiert dazu, den Dritten zu gefährden, was zu Kompromissen führt. Wenn plötzliche Veränderungen eintreten – von Ökonomen als „Schocks“ bezeichnet – können die drei Ziele übereinstimmen. Bemerkenswerte Beispiele sind die beiden „Ölschocks“ der 1970er Jahre. Die Geschichte wird in der Einleitung kurz skizziert. Der plötzliche Anstieg des Ölpreises bedeutete, dass einige private Strategien oder staatliche Maßnahmen zur Reduzierung von Ölkäufen oder -importen gleichzeitig die Energiesicherheit verbessern, die Gesamtenergiekosten senken und möglicherweise auch die Umweltauswirkungen verringern könnten.

Abbildung 2: Das energiepolitische Trilemma



Sobald ein neues Gleichgewicht erreicht ist, setzt sich das Trilemma wieder durch. Nach den Ölkrisen der 1970er Jahre dauerte es etwa ein Jahrzehnt, bis ein neues Gleichgewicht erreicht war. Als Folge (oder zusätzlich zu) der üblichen wirtschaftlichen Kräfte, die durch die Auswirkungen der relativen Preise auf Angebot und Nachfrage sichtbar werden, umfassten die politischen Maßnahmen und Strategien auf verschiedene Weise die Umstellung von Öl auf Atomkraft, Kohle und Erdgas; Erschließung neuer Ölfelder; Verbesserungen der Energieeffizienz; Forschung und Entwicklung neuer Technologien; Veränderungen in der Wirtschaftsstruktur, den Handelsströmen, der Beschäftigung und den Investitionsmustern.

Eine solide Energiepolitik erfordert einen robusten Rahmen, der mehrere zeitlose Wahrheiten anerkennt. Dazu gehört, dass die Hauptverantwortung des Staates in der Sicherheit seiner Bürger liegt. Angesichts der Tatsache, dass nationale Sicherheit ohne Energiesicherheit und Energiesicherheit ohne nationale Sicherheit nicht möglich ist, folgt daraus, dass Energiesicherheit natürlich die erste Priorität der Energiepolitik ist.

Die Energiewandlung und -nutzung ist der wichtigste Motor aller wirtschaftlichen Aktivitäten, der Entwicklung und des Wachstums in der modernen Wirtschaft. Energieressourcen und Technologie sind der grundlegende Unterschied zwischen einer vormodernen Agrarwirtschaft und einer modernen Industrielandschaft und bleiben grundlegend für alle kommerziellen Dienstleistungen sowie für die heutige und entstehende Informationswirtschaft.^{13 14 15} Die Wirtschaft und damit der Wohlstand und das Gedeihen von Menschen, Gemeinschaften und der Gesellschaft hängen sehr stark davon ab, welche Ressourcen für die Inputs aus dem Energiesektor im Verhältnis zu den Outputs oder dem gewonnenen Wert erforderlich sind. Eine zentrale Messgröße ist der Anteil der Energieausgaben am BIP. Bei Null kehrt die Menschheit zu einer Agrarwirtschaft oder einer einfachen Subsistenzwirtschaft zurück. Bei einem zu hohen Anteil werden auch Wachstum, Kapitalbildung und menschliche Entwicklung unmöglich. Kostenminimierung darf die Energiesicherheit nicht gefährden. Daher ist die Minimierung der wirtschaftlichen Kosten die selbstverständliche zweite Priorität der Wirtschaftspolitik.

Die natürliche Umwelt, die das Leben selbst ermöglicht, muss in der Energiepolitik berücksichtigt werden. Dies wird oft unter dem Begriff „Nachhaltigkeit“ oder ökologische Nachhaltigkeit bezeichnet. Die zeitgenössische Wiederbelebung des Konzepts im Begriff „nachhaltige Entwicklung“ lässt sich mindestens bis zur UN-Umweltkonferenz 1972 in Stockholm zurückverfolgen. Dieser Begriff selbst entstand aus einem politischen Kompromiss zwischen Industrie- und Entwicklungsländern. Der Kompromiss spiegelt einen Konflikt wider, der dem Konzept der Nachhaltigkeit innewohnt. Dieser Konflikt wurde nie vollständig gelöst und dauert bis heute durch eine Reihe internationaler Verhandlungen und Vereinbarungen über Treibhausgasemissionen an.¹⁶

Das energiepolitische Trilemma basiert auf mehreren Beobachtungen. Praktisch jedes Land der Welt hat eine Energiepolitik, unabhängig davon, ob es groß oder klein, reich oder arm, voll industrialisiert oder in der Entwicklung, demokratisch oder autokratisch ist.

Alle diese sehr unterschiedlichen Länder versuchen – in unterschiedlichem Maße – die gleichen drei Ziele zu erreichen: ihre Energiekosten zu minimieren, die Versorgungssicherheit zu maximieren und negative Auswirkungen auf die natürliche Umwelt, die menschliche Gesundheit und das Wohlergehen zu minimieren. Die drei universellen und zeitlosen Ziele stehen in den meisten Ländern die meiste Zeit in einem Spannungsverhältnis zueinander.

5

Wie lässt sich das energiepolitische Trilemma lösen?

Die Erfahrung zeigt, dass zur erfolgreichen Lösung der drei Ziele des energiepolitischen Trilemmas Kenntnisse aus drei Bereichen erforderlich sind: Physik, Preise und Politik.

Diese entsprechen im Großen und Ganzen drei verschiedenen Arten von Fachwissen. Die erste ist die Domäne technischer Spezialisten, insbesondere Ingenieure verschiedener Disziplinen und Fachgebiete.¹⁷ Die zweite ist die Domäne von Wirtschaftswissenschaftlern und Finanzorganisationen, sowohl privaten als auch öffentlichen. Die dritte Provinz liegt in der Verantwortung von Anwälten und Regierungen, darunter sowohl gewählte Vertreter als auch ernannte Beamte. Tabelle 1 zeigt diesen Rahmen in grober Form.

Wie oben im historischen Kontext dargelegt, wird die Energiesicherheit in Australien seit mindestens zwei Jahrzehnten größtenteils aus wirtschaftlicher Sicht betrachtet. Insbesondere wird Energiesicherheit tendenziell als natürliches Ergebnis liberaler, wettbewerbsorientierter Doktrinen des freien Marktes im Inland angesehen und erfordert nur offene Kapitalmärkte und Globalisierung auf internationaler Ebene.¹⁸ In diesem Papier wird argumentiert, dass Energiesicherheit weder eine Teilmenge noch eine Ableitung davon **ist wirtschaftlicher Faktoren**.

Energiesicherheit kann man sich „orthogonal“ oder „im rechten Winkel“ zur Ökonomie vorstellen. Wie die y-Achse und die x-Achse in der Mathematik der Oberstufe. Es gibt funktionale Beziehungen zwischen Energiesicherheit und Ökonomie, genauso wie die Variable „y“ einer Funktion der Variablen „x“ entsprechen kann, aber weder „x“ noch „y“ ineinander aufgelöst werden können. Die gleiche Logik gilt für die natürliche Umgebung, und die mathematische Analogie kann in der dritten Dimension „z“ **fortgesetzt werden**.

Die Mängel des Ansatzes, Energiesicherheit auf Ökonomie zu reduzieren, wurden durch das Eindringen umweltpolitischer Maßnahmen in den „Markt“ noch verschärft. Zielstrebige Bemühungen zur Erreichung von Umweltzielen ohne gebührende Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte untergraben tendenziell den Markt. Die Idee, dass Umwelt

Wenn Herausforderungen einfach auf marktähnliche Lösungen reduziert werden können, werden die Märkte weniger stabil und effektiv, wodurch der Grad beeinträchtigt wird, in dem Märkte zur Sicherheit und Zuverlässigkeit beitragen können. Mit anderen Worten: Schlecht durchdachte und schlecht umgesetzte Umweltpolitiken verschärfen tendenziell die Spannungen zwischen den wirtschaftlichen und sicherheitspolitischen Zielen der Energiepolitik.

Tabelle 1: Bereiche der Energiepolitik: Physik, Preise, Politik.

Domänen: Fachleute und Institutionen		
Physik: Ingenieure und wissenschaftliche Einrichtungen	Preise: Ökonomen und Finanzorganisationen	Politik: Anwälte und Regierungen
Schlüssel Konzepte		
Mathematik und die Gesetze der Physik und Chemie sowie Ingenieurwissenschaften, insbesondere Materie-Energie, Thermodynamik und Elektromagnetismus. Risikomanagement.	Mathematik und die Gesetze der Wirtschaft, insbesondere die Prinzipien von Eigentum, Opportunitätskosten, Knappheit, „kein kostenloses Mittagessen“ und Freiheit. Wahlmöglichkeiten des Verbrauchers durch die Schaffung und Fähigkeit, echte Optionen auszuüben.	Kollektive Verteidigung. Begrenzte Regierung durch Wahldemokratie. Präzedenzfall, Vertrag, Satzung, Begrenzung der Staatsgewalt durch Satzung (Verfassung) und Gewaltenteilung.
Werkzeugsätze		
Gleichungen, Schätzungen, Berechnungen und Computermodelle.	Gleichungen, Schätzungen, Berechnungen und Computermodelle.	Vergleichende Analyse über Zeit und Gerichtsbarkeiten hinweg.
Daten, Informationen, Wissen, Einsichten, Erfahrung, Urteilsvermögen und Weisheit.	Daten, Informationen, Wissen, Einsichten, Erfahrung, Urteilsvermögen und Weisheit.	Qualitative Analyse ingenieurwissenschaftlicher und wirtschaftlicher Erkenntnisse und Erkenntnisse. Anwendung der Logik auf offene Probleme der öffentlichen Ordnung, die Erfahrung, Urteilsvermögen und Weisheit erfordern.

Eine gute öffentliche Ordnung erfordert, dass sich die Berufsgruppen – Ingenieure, Wirtschaftswissenschaftler und Anwälte – nicht in ihre jeweiligen Komfortzonen zurückziehen, sondern ihr Denken auf den gesamten politischen Raum ausdehnen.

Die drei Bereiche der Fachkompetenz, die den drei gesellschaftlichen Zielen der Energiepolitik zugeordnet werden, ergeben neun Kästchen, wie in Tabelle 2 unten aufgeführt. Ein Großteil der Energiepolitikdebatte der letzten zwei bis drei Jahrzehnte hat die natürliche Priorität gesellschaftlicher Ziele umgekehrt und ist auf die unterste Reihe der Tabelle reduziert worden, wobei sie von der unteren linken Ecke zur unteren rechten Ecke gesprungen ist.

Eine Energiepolitik, die ohne gebührende Berücksichtigung aller in der Tabelle aufgeführten Themen und der oft komplexen und differenzierten Wechselwirkungen zwischen ihnen entwickelt wird, ist wahrscheinlich schwach, dürrig und unsolid. In den folgenden Abschnitten werden kurz die Überlegungen beschrieben, die in jedem der neun Kästchen der Tabelle 2 unten zusammengefasst sind.

Tabelle 2: Drei Ziele und drei Arten von Fachwissen

Begrenzende Domänen: Fachleute und Institutionen		
Physik: Ingenieure und wissenschaftliche Einrichtungen	Preise: Ökonomen und Finanzorganisationen	Politik: Anwälte und Regierungen
Gesellschaftliches Ziel: Sicherheit		
Systemdenken	Sicherheitsprämien	Geopolitik
Kapazitätsplanung und technisches Design Risikomanagement Technische Zuverlässigkeit Systemoptimierung Projektmanagement Technischer Betrieb und Wartung	Sicherheit gibt es nicht umsonst: Zahlungsfähigkeit und Zahlungsbereitschaft Mechanismen zur Verteilung der Kostenlast Knappheit und Auswahl sind unvermeidlich	Versorgungsleitungen Internationale Verpflichtungen Verteidigung von Vermögenswerten: physisch und Cyber Inländische Bedrohungen
Gesellschaftliches Ziel: Erschwinglichkeit (Wettbewerbsfähigkeit und Kosten)		
Thermodynamische Grenzen	Unausweichliche Ökonomie	Die Mächte, die sein werden
„Harte“ (physikalische) Gesetze: Wir können keine Energie erzeugen Wir können Energie nicht recyceln Die Unordnung nimmt zu Materie-Energie-Beschränkungsgesetze der Thermodynamik materielle Einschränkungen Technologische Grenzen (t) Kapazitätsgrenzen (t)	„Feste“ (Wirtschafts-)Gesetze: Es herrschen Opportunitätskosten Es gibt kein freies Mittagessen Gesetze der Ökonomie Marktkräfte Landbeschränkungen _ Arbeitsbeschränkungen (t) Kapitalbeschränkungen (t)	„Weiche“ (politische) Gesetze Einschränkungen: legal (t) regulatorisch (t) Sicherheit (t) Politik (t)
Gesellschaftliches Ziel: Externalitäten ^{19 20} (Die natürliche Umgebung)		
Körperliche Einschränkungen	„Grüne“ Prämien:	Die Umgebung
Land, Wasser, Materialien Klima, Wetter oder andere Umweltbedingungen	Zahlungsfähigkeit und -bereitschaft ²¹ Mechanismen zur Verteilung der Kostenlast und zur Anerkennung von Umweltvorteilen	Einschränkungen: legal (t) regulatorisch (t) Gesundheit (t) Politik (t)

Anmerkungen:

Zu **den Grenzen und Begrenzungen** gehören zeitlose physische Zwänge sowie zeitliche Grenzen, die sich mit der Zeit (t) aufgrund neuer Entdeckungen, Bevölkerungswachstum und Veränderungen in der demografischen Struktur, Wirtschaftswachstum und Kapitalinvestitionen in Maschinen oder andere Produktionskapazitäten ändern können .

Einschränkungen werden nach eigenem Ermessen oder freiwillig von Einzelpersonen, Institutionen, Gesellschaften und Regierungen angewendet.

6

SICHERHEIT

Systemdenken

Beim Systemdenken geht es um die Anwendung technischer Prinzipien auf Energiesysteme. Dabei ist es wichtig zu erkennen, dass **sich ein System qualitativ und kategorisch von einem Markt unterscheidet**. Seit den wettbewerbsorientierten Marktreformen, die seit den 1990er Jahren in Australien und verschiedenen anderen Ländern auf Energiemärkte, insbesondere Stromsysteme, angewendet wurden, besteht bei Regierungen, Kreditgebern, Unternehmen und Investoren sowie Forschern in der Wissenschaft und anderen Organisationen die Tendenz, anzunehmen, dass das physische System kann auf einen Markt reduziert werden oder dass ein Markt alle Aspekte des zugrunde liegenden Systems widerspiegelt (oder weiter reformiert werden kann, um sie widerzuspiegeln). Dieser große Kategorienfehler liegt vielen Fehlern in der Energiepolitik zugrunde. Russ Ackoff gab 1994 eine kurze Einführung in das Systemdenken:

„Ein System ist ein Ganzes ... das aus Teilen besteht, von denen jeder sein Verhalten oder seine Eigenschaften beeinflussen kann.“ Und: „Die zweite Anforderung besteht darin, dass jeder Teil des Systems, wenn er das System beeinflusst, in seiner Wirkung von einem anderen Teil abhängig ist.“ Mit anderen Worten: Die Teile sind voneinander abhängig. Kein Teil eines Systems oder keine Ansammlung von Teilen eines Systems hat eine unabhängige Wirkung darauf.“²²

Im Rahmen des Systemdenkens müssen Erkenntnisse und Methoden aus unterschiedlichen Ingenieursgebieten eingebracht und integriert werden. Dazu gehören unter anderem Kapazitätsplanung, Risikomanagement, Zuverlässigkeit sowie Betrieb und Wartung.

Sicherheitsprämien

Sicherheit gibt es nicht umsonst. Erreichen eines höheren Sicherheitsniveaus als zu erwarten wäre, wenn die Gestaltung des Energiesektors vollständig dem Markt überlassen würde; oder ausschließlich nach dem Prinzip der geringsten Kosten (oder beispielsweise einfach nach dem Prinzip der niedrigsten Emissionen) konzipiert, gebaut und betrieben wurde, impliziert ein höheres Kostenniveau. Die zusätzlichen Kosten für eine Erhöhung der Sicherheit können als „Sicherheitsprämie“ betrachtet werden. Die Schätzung der Höhe solcher Prämien stellt eine wichtige Verbindung zwischen den Bereichen Sicherheit und Wirtschaft her. Solche Schätzungen bieten Anhaltspunkte für

Diskussionen über die Zahlungsfähigkeit und -bereitschaft der Gesellschaft als Ganzes. Diskussionen und Debatten über Mechanismen zur Aufteilung der Kostenlast der Energiesicherheitsprämien auf verschiedene Parteien – Einzelpersonen, Haushalte und Unternehmen – innerhalb der Wirtschaft werden dadurch auch informierter und transparenter.

Geopolitik

Kein Land existiert als energiepolitische Insel, isoliert vom Rest der Welt.

Selbst als die nationale Rohölproduktion Australiens dem Inlandsverbrauch entsprach oder diesen überstieg (was in den 1970er Jahren eine Zeit lang der Fall war), war Australien immer noch auf den Import bestimmter Qualitäten raffinierter flüssiger Erdölprodukte angewiesen, wie ihm Berater von Premierminister Fraser am erklärten Mittlerweile ist Australien zunehmend auf den Import von Rohöl und raffinierten Produkten angewiesen.²³ Während Australien Erdöl importiert, ist es heute ein wichtiger Exporteur von Hüttenkohle, Kraftwerkskohle, Flüssigerdgas und Uran (als Yellowcake, U3O8). Die Sicherheit der australischen Ölversorgung, die Sicherheit der Einnahmen aus Energieexporten und die Energiesicherheit für Nachbarn und internationale Handelspartner hängen von der maritimen Sicherheit auf Seewegen ab, um sicherzustellen, dass es zu keiner Unterbrechung der Versorgungsleitungen kommt. Die wechselseitigen Ströme internationaler Energiegüter auf dem Seeweg erinnern an die vertraglichen Verpflichtungen, die internationale Verantwortung und den Beitrag Australiens über die Energiesicherheit zur nationalen Sicherheit der Nachbarländer im Rahmen des Friedens und der regionalen Sicherheit in der indopazifischen Region.

Alle Länder müssen außerdem in der Lage sein, ihre physischen Energieressourcen – Häfen, Terminals, Speicheranlagen, Netzwerke und Kraftwerke – sowohl vor physischen Angriffen als auch vor Cyberangriffen zu schützen. Auf inländischer Ebene müssen solche Vermögenswerte auch vor inländischen Bedrohungen, etwa durch Terroristen oder Demonstranten, geschützt sein.

7 BEZAHLBARKEIT

Thermodynamische Grenzen

Auf die Äußerungen von hundert („arischen“) Wissenschaftlern gegen Einstein soll der berühmte Physiker mit ironischer Brillanz geantwortet haben: „Warum hundert?“ Wenn ich mich geirrt hätte, hätte sicherlich einer gereicht?“ Es ist bemerkenswert, dass diese Ansicht mit dem Falsifizierbarkeitskriterium von Karl Popper als grundlegender Methode der empirischen Wissenschaften übereinstimmt.²⁴ Ein Biograph bemerkt, dass Einstein „überlegt hatte, seine Theorie [der Relativitätstheorie] „Invarianz“ zu nennen, weil die physikalischen Gesetze kombiniert wurden Raumzeit waren seiner Theorie zufolge in der Tat eher invariant als relativ.“²⁵ Ungeachtet des Popper-Prinzips und unter Hinweis auf den Respekt vor experimentellen Beweisen, der mindestens bis zu Roger Bacon (1220-) zurückverfolgt werden kann

1292) ist es aufschlussreich zu wissen, dass Albert Einstein die Thermodynamik als eines jener Prinzipien ansah, die durch zukünftige wissenschaftliche Entdeckungen wahrscheinlich nicht verändert werden würden.

„Es ist die einzige physikalische Theorie von universellem Inhalt“, schrieb er, „von der ich überzeugt bin, dass sie im Rahmen der Anwendbarkeit ihrer Grundbegriffe niemals umgeworfen werden wird.“²⁶

Wie so oft ging die ingenieurwissenschaftliche Praxis dem theoretischen Verständnis voraus.

Obwohl sich die Thermodynamik im 19. Jahrhundert als Reaktion auf die Notwendigkeit, die Leistung von Dampfmaschinen zu optimieren, rasch weiterentwickelte, **sind die Gesetze der Thermodynamik aufgrund ihrer umfassenden Allgemeingültigkeit auf alle physikalischen und biologischen Systeme anwendbar. Insbesondere die Gesetze der Thermodynamik liefern eine vollständige Beschreibung aller Änderungen im Energiezustand eines Systems und seiner Fähigkeit, nützliche Arbeit an seiner Umgebung zu leisten.**²⁷

Im Jahr 1776 wurde die erste kommerzielle „Dampfmaschine nach den neuen Prinzipien von Herrn Watt“ nach dem Entwurf von James Watt mit dem kaufmännischen Scharfsinn von Matthew Bolton gebaut.²⁸ Doch erst 1824 wurde Sadi Carnot (1796-1832), ein Maschinenbauingenieur in der Der Militärwissenschaftler und Physiker der französischen Armee, der heute weithin als Vater der Thermodynamik gilt, formulierte die erste erfolgreiche Theorie der maximalen Effizienz von Wärmekraftmaschinen.²⁹ Der deutsche Physiker und Mathematiker Rudolph Clausius (1822-1888) stärkte die Grundlagen der Theorie der Wärme, in Arbeiten von 1850 und 1865. Letzterer schließt mit einer kurzen Zusammenfassung des ersten und zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik:

Die Energie des Universums ist konstant.

Die Entropie des Universums tendiert zu einem Maximum.³⁰

William Thompson, Lord Kelvin (1824–1907), lieferte die Grundlage für die absolute Temperaturskala, die heute seinen Namen trägt,³¹ und legte den Grundstein für Entropieberechnungen, die von Walther Nernst (1864–1941) als dritter Hauptsatz der Thermodynamik formalisiert wurden, wofür er 1920 den Nobelpreis für Chemie erhielt.³²

Die Entropie eines perfekten Kristalls eines Elements in seiner stabilsten Form tendiert gegen Null, wenn sich die Temperatur dem absoluten Nullpunkt nähert. Dadurch lässt sich eine absolute Skala für die Entropie festlegen, die aus statistischer Sicht den Grad der Zufälligkeit oder Unordnung in einem System bestimmt.³³

Wir wissen jetzt – dank Albert Einsteins Arbeit zur Vereinheitlichung der Materie-Energie, die mindestens so bedeutsam ist wie seine Arbeit über die Raumzeit – dass sich die Erhaltung der Materie und die Erhaltung der Energie als Teil eines einheitlichen Ganzen erweisen, in dem die Materie-Energie des Universums konstant ist und die Der Austausch zwischen Materie und Energie folgt dem Gesetz, das zur berühmtesten wissenschaftlichen Gleichung der Welt geworden ist: $E = mc^2$. Dass eine winzige Massemenge eine sehr große Energiemenge freisetzen kann, hat tiefgreifende Auswirkungen auf die Energiepolitik, die Energiesicherheit und die nationale Sicherheit. Regierungen ignorieren es auf eigene Gefahr. Dass diese Energiefreisetzung in einem Kernreaktor schrittweise, auf hochkontrollierte und äußerst sichere Weise und mit äußerst geringen äußeren Auswirkungen erreicht werden kann, ist der Schlüssel zur Beherrschung der nachteiligen Auswirkungen des zweiten und dritten Hauptsatzes der Thermodynamik.

Die gebührende Achtung der Naturgesetze, insbesondere der Gesetze der Physik mit besonderem Augenmerk auf die Gesetze der Thermodynamik, ist eine Grundvoraussetzung für die Formulierung einer soliden Energiepolitik.

Unausweichliche Ökonomie

Unter den Abgeordneten gibt es nur sehr wenige Ingenieure: Viele Abgeordnete sind in Rechtswissenschaften ausgebildet, also in menschlichen Gesetzen, im Gegensatz zu den Gesetzen der Physik. Dennoch ignorieren energiepolitische Entscheidungsträger absichtlich physikalische Gesetze – oder bleiben sich darüber glücklicherweise nicht im Klaren – und das auf eigene Gefahr. **Die Gesetze der Thermodynamik sind nicht nur unantastbar, sondern spiegeln sich auch in den Gesetzen der Ökonomie wider.** Dies erkennt Reiner Kümmel im Titel seines Buches „*The Second Law of Economics: Energy, Entropy, and the Origins of Wealth*“ an. Das Kapitel mit dem Titel „Entropie“ beginnt mit einem Zitat von Sir Arthur Eddington aus dem Jahr 1929:

Das Gesetz, dass die Entropie immer zunimmt, hat meiner Meinung nach die höchste Stellung unter den Naturgesetzen. ... wenn sich herausstellt, dass Ihre Theorie dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik widerspricht, kann ich Ihnen keine Hoffnung machen; es bleibt ihr nichts anderes übrig, als in tiefster Demütigung zusammenzubrechen.³⁴

Die Gesetze der Ökonomie sind nicht so „hart“ wie die Naturgesetze. Aber sie sind ziemlich fest. Wo Knappheit und Auswahl unvermeidbar sind, sind Opportunitätskosten und das Prinzip „Kein kostenloses Mittagessen“ allgegenwärtig. Kümmel verknüpft das zweite Gesetz direkt mit dem wirtschaftlichen „Gesetz“, dass **es kein kostenloses Mittagessen gibt**. Wie Milton Friedman sagte: „Der Mythos vom kostenlosen Mittagessen ist der Glaube, dass die Regierung auf die eine oder andere Weise Geld auf Kosten von niemandem ausgeben kann.“³⁵

Seit den späten 1980er oder frühen 1990er Jahren lag der Schwerpunkt der Energiepolitik im Westen auf wirtschaftlichen Überlegungen, mit einem starken Schwerpunkt auf liberalen politischen Vorgaben des freien Marktes und Prinzipien der Wettbewerbsreform. In Australien war die Reform der Elektrizitäts- und Gasversorgungsindustrie Teil einer umfassenderen Reihe mikroökonomischer Reformen der Labour-Bundesregierung Hawke-Keating (1983–96), die in unterschiedlichem Ausmaß und nach unterschiedlichem Zeitplan von Privatisierungen von Vermögenswerten und einer Reform der staatlichen Energiekommissionen begleitet wurden.^{36 37}

Seit den 1990er-Jahren herrscht tendenziell die Ansicht vor, dass die einfache Politik, „den Markt entscheiden zu lassen“, die beste sei. Das Mandat, das Schatzmeister Paul Keating in seinen Anweisungen an die Industriekommission darlegte, konzentrierte sich auf den Umfang der Reformen zur Verbesserung der wirtschaftlichen Effizienz. Der Sicherheit im Sinne dieser Arbeit wurde keine Beachtung geschenkt. Es wird darauf hingewiesen, dass Anhang 1 der Empfehlungen der Industriekommission zur „Förderung des Wettbewerbs in der Elektrizitätsversorgungsbranche“ Folgendes enthielt:

eine Pooling-Vereinbarung entwickeln, die auf vier Hauptmärkten basiert:
Versand, **Sicherheit**, Groß- und Einzelhandel – für die Organisation des Stromverkaufs vor der vollständigen Trennung der umzäunten Erzeugungs-, Übertragungs- und Verteilungsstellen.³⁸ [Hervorhebung hinzugefügt]

Wie sich später herausstellte, wurde ein obligatorischer, wettbewerbsorientierter Großhandelsstrom-Spotmarkt auf der Grundlage des Prinzips der wirtschaftlichen Disposition konzipiert (neben dem gibt es jetzt separate kleinere Märkte für Frequenzkontrolle und Hilfsdienste); und anschließend wurden wettbewerbsfähige Einzelhandelsmärkte für Großkunden und nach und nach auch für die kleinsten Privatkunden geöffnet. Entgegen der ursprünglichen Vision der Industry Commission **gibt es in Australien keinen Markt für „Sicherheit“** als solche.

In der ursprünglichen Aufgabenstellung wurde gefordert, dass die Industriekommission **„die relative Effizienz und Kosteneffektivität von Optionen zur Verringerung der Umweltauswirkungen der Verbrennung fossiler Brennstoffe“** berücksichtigt, doch im Abschlussbericht heißt es: „In einem Brief des Schatzmeisters Mit Datum vom 5. Dezember 1990 wurde die Kommission darüber informiert Die Klausel wurde aus der Leistungsbeschreibung gestrichen.“³⁹

Seit der globalen Finanzkrise (GFC) hat das Festhalten an einer uneingeschränkten *Laissez-faire*-Energiepolitik zunehmend an Anhängern verloren. Globale Veränderungen im Gleichgewicht militärischer, wirtschaftlicher und kultureller Macht könnten einen Teil der Erklärung liefern. Andere Gründe liegen näher am Wohnort. Weniger als drei Jahre nach der Gründung des australischen National Electricity Market (NEM) wurden die ihm zugrunde liegenden wettbewerbsmarktwirtschaftlichen Grundsätze verletzt. Das erste Ziel des *Renewable Energy (Electricity) Act 2000* besteht darin, „die zusätzliche Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen zu fördern“. Dies steht eindeutig im Widerspruch zum ersten Ziel des *Electricity Act (South Australia) von 1996*, mit dem das NEM eingeführt wird: „Förderung von Effizienz und Wettbewerb in der Stromversorgungsbranche“.

Wie bereits an anderer Stelle festgestellt wurde, „basiert das Design des NEM auf den beiden impliziten Prinzipien: (i) dass der Wert der Elektrizität nicht je nach Quelle schwankt, während (ii) der Wert der Energie im Laufe des Tages enorm schwanken kann und.“ Jahr, einschließlich der Vorlaufzeit vor der Lieferung und je nach Standort.' Mittlerweile basiert das Renewable Energy Target (RET) „implizit auf zwei Prinzipien: (i) dass erneuerbare Energien einen höheren Wert haben als andere Energiequellen, für die sie eine hohe Prämie erhalten, aber (ii) die Prämie nicht durchgehend variiert.“ Tag und Jahr, noch mit der Vorlaufzeit vor der Lieferung, noch nach Standort im Netzwerk.

Es ist klar, dass **die Prinzipien, auf denen das RET basiert, denen des NEM direkt widersprechen.**⁴⁰

Offensichtlich war die damalige Regierung über dieses grundlegende Problem nicht ausreichend informiert worden, und die Verfasser des Gesetzes waren sich möglicherweise nicht bewusst, dass sie einen direkten Widerspruch erließen. Oder vielleicht wurde ein kleiner Grundsatzverstoß in der Praxis als unwichtig angesehen. John Howard schreibt:

Im Jahr 2001 griff meine Regierung die Ziele für erneuerbare Energien auf, indem sie von den Energieerzeugern verlangte, 2 Prozent ihrer Versorgung aus erneuerbaren Quellen zu beziehen. Drei Jahre später lehnten wir eine Empfehlung der Tambling-Untersuchung ab, auf 20 Prozent zu steigen.

Dies geschah letztendlich unter der Rudd-Regierung.

Es war ein Fehler der Koalitionsopposition, diese großzügige Subvention für erneuerbare Energien zu unterstützen. Im Jahr 2014 kam die Warburton-Untersuchung, die von der Regierung Abbott zur Untersuchung des Systems für erneuerbare Energien ins Leben gerufen wurde, zu dem Schluss, dass es sich bei dem System um ein teures Instrument zur Emissionsminderung handelte und eine wirtschaftlich ineffiziente Subvention darstellte. Die Untersuchung empfahl vergeblich, die Ziele zurückzunehmen. Die Subvention bleibt eine große Marktverzerrung. Es sollte kein Wunder sein, dass Investitionen in Wind- und Solarenergie zogen.⁴¹

Wir testen den australischen Strommarkt seit über einem Jahrzehnt auf die Probe. ⁴² Gut informierte Beobachter sind sich zunehmend einig, dass nun ein physischer Systemausfall droht. Im Falle schwerwiegender Ausfälle von Energiesystemen kann keine Regierung tatenlos zusehen und die Verantwortung mit der Begründung ablehnen, dass die Vermögenswerte privatisiert wurden und die Politik darin bestehe, „den Markt entscheiden zu lassen“. In großen Infrastrukturen, einschließlich des Energiesektors, unabhängig von der Branchenstruktur, dem Markt und den Regulierungsvereinbarungen: „Versagen ist die Schuld der Regierungen.“⁴³

Die Mächte, die sein werden

Der grundlegende physische Betrieb von Energiesystemen innerhalb gesetzlicher, regulatorischer, sicherheitstechnischer und anderer staatlicher Vorgaben ist eine Voraussetzung für die Erschwinglichkeit. Diese Einschränkungen werden in diesem Artikel als „weiche“ Gesetze bezeichnet, um sie den „harten“ Gesetzen der Physik und den „festen“ Gesetzen der Ökonomie gegenüberzustellen. Gesetze des Parlaments, Verordnungen, Marktregeln und Kodizes können alle geändert werden. Atomenergieverbote können aufgehoben werden.

Obwohl er an eine kleine Regierung glaubte, war selbst Milton Friedman kein Liberaler. bis zu den Extremen der Anarchisten, die die Abschaffung des Staates vorschlugen:

Das alles bedeutet nicht, dass die Regierung keine wirkliche Funktion hat. Tatsächlich besteht die Tragödie darin, dass die Regierung, weil sie so viele Dinge tut, die sie nicht tun sollte, die Aufgaben, die sie eigentlich erfüllen sollte, schlecht erfüllt. Die Grundfunktionen der Regierung bestehen darin, die Nation gegen ausländische Feinde zu verteidigen, die Nötigung einiger Personen durch andere innerhalb des Landes zu verhindern, ein Mittel zur Entscheidung über unsere Regeln bereitzustellen und Streitigkeiten zu entscheiden.⁴⁴

Obwohl Friedman Amerikaner war, sollte beachtet werden, dass sein Zitat vollständig mit der Verfassung Australiens übereinstimmt.⁴⁵ Es ist bemerkenswert, dass die alleinige Verantwortung für das ursprüngliche Snowy-System gemäß dem *Snowy Mountains Hydro-Electric Power Act Nr. 25* von 1949 übernommen wurde die Commonwealth-Regierung mit der Begründung im Kabinett von Premierminister Chifley gemäß dem Verteidigungsgesetz.⁴⁶ Mit anderen Worten, dies steht im Einklang mit der etablierten Ansicht, dass die erste Verantwortung der Regierung darin besteht, die Nation gegen ausländische Feinde zu verteidigen.

Dem obigen Epigraph – „Energiesicherheit **IST** nationale Sicherheit“ – folgte „
der Ratschlag:

„Hören Sie auf, Ihre Kohlekraftwerke in die Luft zu sprengen – Sie sind noch nicht bereit, ohne
sie zu leben!“⁴⁷

Die Flotte von Kohlekraftwerken in Victoria, New South Wales und Queensland liefert den Großteil der Energie
im NEM und stellt die Grundlage des Systems dar, da die Kapazität zur Deckung des Grundlastbedarfs
eingesetzt werden kann und Trägheit und andere Energieträger bereitgestellt werden. „Hilfsleistungen“, die für
das stabile Funktionieren des Systems und seinen Betrieb in einem sicheren Zustand unerlässlich sind. Der
angekündigte Stilllegungsplan für Kohlekraftwerke gefährdet das System als Ganzes. Das Versäumnis der
Regierung, private Eigentümer an der Zerstörung dieser Vermögenswerte zu hindern, stellt wohl eine Aufhebung
der Landesverteidigung dar.

8

ÄUSSERLICHKEIT

Körperliche Einschränkungen

Die Idee, dass die Verbrennung von Kohlenwasserstoffen – Vorräten an Kohle, Öl und Erdgas, die aus der Erdkruste gewonnen werden – vollständig durch Maschinen oder Geräte ersetzt werden kann, die von der Sonne und der Erde angetriebene Energieströme sammeln und umwandeln, hat in der heutigen Zeit eine breite Anhängerschaft gefunden mit der Öffentlichkeit und der Politik. Zu den vielen Hauptproblemen politischer Vorschriften, die auf dieser Idee basieren, zählen physikalische Beschränkungen bei der Gewinnung von Erzen und anderen Stoffen aus der Erde sowie bei der Verarbeitung, die zur Herstellung von Metallen und anderen Materialien in industriellen Mengen und mit industriellen Qualitätsstandards erforderlich ist. Das Bewusstsein für diese Probleme hat begonnen zu erhöhen.⁴⁸

Es ist unklug, Energiequellen und Technologien von hoher Qualität, hoher Dichte, hohem Formwert, hoher Verfügbarkeit, hoher Steuerbarkeit, hoher Temperatur und geringer Entropie durch das Gegenteil zu ersetzen. Die bevorzugte Auswahl von Energiequellen und Technologien geringer Qualität, geringer Dichte, geringem Formwert, geringer Verfügbarkeit, geringer bis keiner Steuerbarkeit, niedriger Temperatur und hoher Entropie ist ein grundlegender technischer Fehler. Dieser Fehler wird wahrscheinlich schwerwiegende negative Folgen haben: für die Wirtschaft, für die Umwelt sowie für die Gesundheit und das Wohlergehen der Gesellschaft.

Es ist sehr wahrscheinlich, wenn nicht sogar sicher, dass solche Fehler auf nationaler und globaler Ebene das Wirtschaftswachstum und die Entwicklung aufhalten, behindern und verhindern werden. Eine Vignette des Problems ist der anhaltende Bedarf an Subventionen – ob direkt oder indirekt, transparent oder undurchsichtig – für die Stromerzeugung aus Wind- und Solarenergie. Das wahrscheinlichste Umweltergebnis besteht darin, dass der zusätzliche Schaden, der durch retrograde Energiesubstitutionen zu diffusen, verdünnten, intermittierenden, nicht kontrollierbaren, wetterabhängigen Energieflüssen verursacht wird, den vermiedenen Umweltschaden übersteigt.

Es gibt gute Gründe dafür, dass Stahl, Aluminium, Kupfer, Glas, Glasfaser, Kunststoffe und andere Materialien, die in Solarpaneelen und Windkraftanlagen verwendet werden, überwiegend unter Verwendung von Kraftwerkskohle, Hüttenkohle (Kokskohle) und Öl hergestellt werden – entweder direkt oder indirekt über Elektrizität, Erdgas und Uran. Diese Gründe lassen sich auf die oben bereits erwähnten Gesetze der Thermodynamik zurückführen.

Der Versuch, CO₂- und andere Treibhausgasemissionen durch (sogenannte) erneuerbare Energien zu eliminieren, verschiebt das Problem einfach an eine andere Stelle. Die Probleme aufgrund der Thermodynamik werden größer und unlösbarer. Die Probleme treten in wirtschaftlicher Form, in der Umwelt und im Sicherheitsbereich auf.

Die wirtschaftliche Ausprägung physischer Einschränkungen wird im nächsten Abschnitt über „grüne Prämien“ erörtert. Auswirkungen auf die Umwelt könnten durch die Linse der Beschränkungen auf dem Land betrachtet werden. (Dies könnte auch als spezifisches Beispiel für grüne Prämien angesehen werden.) Der Ersatz von Energieformen mit hoher zu niedriger Qualität, geringer Dichte, geringem Formwert, geringer Verfügbarkeit, geringer Steuerbarkeit und Energieformen mit niedriger Temperatur – also solchen mit hoher Entropie – vergrößert auf natürliche Weise den Land-Fußabdruck für den Energiesektor erforderlich. Dadurch erhöhen sich zwangsläufig die negativen Umweltauswirkungen der Energieumwandlung und -nutzung. Umgekehrt bewirkt ein Aufstieg auf der Qualitätsskala das Gegenteil und verringert negative Auswirkungen auf die äußere Umgebung.^{49 50}

Es wurde vermutet, dass die zunehmende Abhängigkeit von Wind und Sonne (oder anderen Formen „erneuerbarer“ Energie) als Ersatz für Kohle, Öl, Erdgas und Uran die Energiesicherheit und damit die nationale Sicherheit erhöht. Wenn dies wahr wäre, könnten Nationen ihre nationale Sicherheit erhöhen, indem sie ihre nuklearbetriebenen Marineschiffe durch Ölschiffe und ihre ölbetriebenen Flotten durch Segelschiffe ersetzen. Heißluftballons könnten ihre Luftwaffe und Pferde ihre gepanzerten Landstreitkräfte ersetzen. **Kraft- und Antriebsmittel, die ein Militär unwirksam machen, machen eine Wirtschaft wettbewerbsfähig und führen zu gesellschaftlichem Rückschritt.**

Abgesehen von den Beschränkungen der Rohstoffversorgung bleibt es eine offene technische Frage, ob große Versorgungssysteme in der Lage sein werden, Tag für Tag und Sekunde für Sekunde mit einem akzeptablen Maß an technischer Zuverlässigkeit und menschlicher Sicherheit zu funktionieren. Bei Elektrizitätssystemen ergeben sich die Probleme aus der nicht verhandelbaren Anforderung, dass die Erzeugung in Echtzeit sehr eng an die Last angepasst werden muss. Bei Gassystemen beziehen sich die Probleme auf die Sicherheitsauswirkungen der physikalischen Eigenschaften des Wasserstoffmoleküls (H₂).

Grüne Prämien

Die physikalischen Beschränkungen der Materialgewinnung, die zur Umwandlung verdünnter Energieströme in Energieformen kommerzieller Qualität erforderlich sind, sind nicht unbedingt absolut. Das schiere Ausmaß der Reserven und Ressourcen an Kohlenwasserstoffen und Bodenschätzen ist so groß, dass es der Menschheit wahrscheinlich niemals ausgehen wird. Die Probleme sind relativer Natur und hängen mit der Geschwindigkeit neuer Investitionen und dem Umfang der jährlichen Operationen sowie der Geschwindigkeit der technologischen und wirtschaftlichen Entwicklung zusammen.

Bei Primärressourcen umfassen die beiden Aktivitätsphasen die Gewinnung von Bergbauressourcen aus Erzkörpern und die erforderliche Verarbeitung zur Trennung von Metallen von Mineralien auf physikalischem, chemischem und elektrischem Wege. Eine Erhöhung des Investitionstempos, das weltweit für einen größeren Umfang marktweiter Operationen erforderlich ist, wird sich tendenziell auf den Rohstoffmärkten und den Kapitalmärkten bemerkbar machen.

Kurz- bis mittelfristig – d. h. der Zeithorizont, in dem keine Zeit für Investitionen in neue Kapazitäten bleibt, um online zu gehen – wird die steigende Nachfrage nach Rohstoffen das Angebot bestehend aus vorhandenen Vermögenswerten „auf der Betriebskostenkurve nach oben“ treiben. Bei den meisten Rohstoffen steigt diese Kurve in den letzten 10 % zum rechten Ende hin extrem steil an. Über die Grenze der physisch verfügbaren vorhandenen Kapazität hinaus wird es zu Knappheitspreisen kommen, die zu einer „Nachfragevernichtung“ führen oder Käufer dazu drängen, nach direkten Ersatzprodukten oder anderen Alternativen zu suchen, die sie bisher als zu kostspielig erachteten.

Längerfristig – das heißt der Zeithorizont, innerhalb dessen neue Kapazitäten Zeit haben, online zu gehen – wird die steigende Nachfrage nach Rohstoffen das Angebot „auf der Anreizkurve“ bestehend aus neuen Projekten nach oben treiben. Die Kosten entlang der Anreizkurve sind in der Regel niedriger als am äußersten rechten Ende der Betriebskurve, aber höher als das zuvor beobachtete oder erwartete Marktpreisniveau.

Wenn neue Technologien verfügbar werden, hochwertige Ressourcen entdeckt werden, Skaleneffekte dominieren oder nach einer Gesetzesänderung Investitionen in neue Kapazitäten zu niedrigeren Preisen führen können. Andernfalls müssen die Preise in der Regel steigen, um Investitionen in neue Kapazitäten zu ermöglichen, insbesondere wenn neue Kapazitäten die Entwicklung von Ressourcen geringerer Qualität, in größerer Tiefe oder weiter von den Märkten entfernt erfordern.

Bill Gates erklärt: „Es gibt keine einzige Green Premium.“ Es gibt viele: einige für Strom, andere für verschiedene Brennstoffe, andere für Zement und so weiter. Die Höhe der Green Premium hängt davon ab, was Sie ersetzen und womit Sie es ersetzen.“⁵¹ Dies gilt für alle Primärmaterialien – einschließlich der Basismetalle und der kritischen Mineralien, die für kohlenstofffreie oder kohlenstoffarme Energie benötigt werden sowie für die Sekundäranlagen und die Netzwerksysteme, die mit diesen Materialien gebaut wurden.

Umweltgesetz

Ein Energiequellen- und Technologiepaar, das bereits verfügbar und bewährt ist und die Verbrennung von Kohlenwasserstoffen ersetzen kann, ist die Uranspaltung in Kernreaktoren. Im Vergleich zu Kohle, Öl und Erdgas weist die Kernenergie eine höhere Qualität, Dichte, Formwert, Verfügbarkeit und Steuerbarkeit auf, ist entweder in Hoch- oder Niedertemperaturvarianten verfügbar und weist eine niedrige Entropie auf.

Kernenergie ist im australischen Recht sowohl auf bundesstaatlicher als auch auf Commonwealth-Ebene verboten.⁵² Verbote jeglicher Energieform verringern den Wettbewerb und auch die Gefahr eines Markteintritts von Wettbewerbern, wirken sich daher gegen die Interessen der Verbraucher aus und stehen im Widerspruch zu den Zielen des Gesetzes Elektrizitätsgesetz (1996), das unter anderem „den Schutz der Interessen der Stromverbraucher“ vorsieht. Dennoch ist die einfache Aufhebung des Gesetzes oder der Gesetze zum Verbot der Kernenergie nur ein Aspekt der Reformen, die erforderlich sind, um eine solide Energiepolitik zu ermöglichen. Umweltgesetze sowie Vorschriften zu Umwelt, Gesundheit und Sicherheit müssen nicht nur aus umweltpolitischer Sicht im Einklang stehen, sondern auch mit den Zielen der Energiepolitik im Hinblick auf Erschwinglichkeit und mit den Verantwortlichkeiten der australischen Regierung hinsichtlich der Energiesicherheit und ihrer Rolle für die nationale Sicherheit.

DIESE SEITE WURDE ABSICHTLICH FREIGELASSEN

9 ABSCHLUSS

Dies ist ein Aufsatz über Technik, Wirtschaft und die Auswirkungen von Energie auf die natürliche Umwelt. Es handelt sich jedoch weder um eine technische Arbeit, noch um eine wirtschaftswissenschaftliche Arbeit, noch um eine umweltpolitische Arbeit. Eine solide Energiepolitik muss jeden dieser einzelnen Bereiche respektieren, umfassen, integrieren und letztlich darüber hinausgehen. Hochwertige Daten und robuste Modelle sind notwendig, aber bei weitem nicht ausreichend. Über Datenanalyse, Informationssynthese und Expertenwissen hinaus sind Urteilsvermögen und Weisheit erforderlich.

Governance erfordert Rahmenbedingungen, die den Kräften der Ereignisse und dem Druck des Wandels standhalten. Wenn Ziele widersprüchlich sind, was unweigerlich der Fall sein wird, ist ein klares Gespür für Prioritäten und Verantwortlichkeiten sowie ein tiefes Verständnis für die Art der Kompromisse zwischen ihnen erforderlich. Dieses Papier liefert die Umriss für einen solchen Rahmen.

Der Umweltschutz ist eine wichtige Aufgabe der Regierungen. Diese Verantwortung wurde von den australischen Bundes- und Landesregierungen in zweierlei Hinsicht missverstanden. Es wurde zu eng interpretiert, mit einem fast eindimensionalen Fokus auf Treibhausgasemissionen und Klimawandel. Dies hat zu einem erheblichen Risiko erhöhter Umweltschäden anderer Art geführt. Zweitens hat das Ziel der Minimierung schädlicher externer Umwelteffekte andere wichtige Ziele der Energiepolitik in den Hintergrund gedrängt, denen natürlich jeweils eine höhere Priorität eingeräumt werden sollte.

Die Erschwinglichkeit von Energie ist von grundlegender Bedeutung für Wirtschaftstätigkeit, Entwicklung und Wachstum und damit auch für die Fähigkeit und Bereitschaft, eine „grüne Prämie“ zu zahlen, um negative Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren. Dieses Ziel wird bei der Ein-Themen-Fokussierung auf Emissionen zunehmend außer Acht gelassen, sodass der Strommarkt und das zugrunde liegende physikalische System derzeit auf eine harte Probe gestellt werden.

Energiesicherheit ist untrennbar mit der nationalen Sicherheit verbunden, und zwar an erster Stelle Verantwortung des Staates und in der Tat der Grund seiner Existenz.

DIESE SEITE WURDE ABSICHTLICH FREIGELASSEN

10 ANHANG EINS

Was ist Energiesicherheit?

Es gibt keine einheitliche Definition von Energiesicherheit: In der internationalen Literatur zur Energiesicherheit gibt es mehr als 80 Definitionen. Die Internationale Energieagentur (IEA) definiert Energiesicherheit als Gewährleistung

„...die ununterbrochene Verfügbarkeit von Energiequellen zu einem erschwinglichen Preis.“⁵³

Diese Definition ist zwar nicht schlecht, aber sie geht nicht so weit, wie es nötig wäre.

Energie kann definiert werden als: die Fähigkeit, eine Kraft anzuwenden oder die Fähigkeit, nützliche produktive Arbeit im Dienste von Mensch und Gesellschaft zu leisten.⁵⁴ *Macht, Kraft, Kapazität* und *Arbeit* sind Schlüsselbegriffe. Jeder hat eine präzise technische Bedeutung in der Ingenieurwissenschaft sowie Bedeutungen in anderen relevanten Bereichen, insbesondere in Wirtschaft, Politik, Militärangelegenheiten und Geopolitik oder internationalen Beziehungen.

Sicherheit ist definiert als: der Zustand, frei von Gefahr oder Bedrohung zu sein, sich sicher, stabil und frei von Angst und Furcht zu fühlen. Der Begriff der Freiheit kommt in dieser Definition zweimal vor. Freiheit ist ein Kernkonzept der als klassischer Liberalismus bekannten Denkrichtung und liegt der Regierungsphilosophie zugrunde, die sich in der Geschichte westlicher demokratischer Gesellschaften verfolgen lässt, insbesondere in solchen wie Australien, die das Westminster-Regierungssystem übernommen haben.

Abbildung 3: Definition von Energiesicherheit: die Canberra-Definition⁵⁵



Energiesicherheit kann durch die Kombination der oben genannten Definitionen von Energie und Sicherheit wie folgt definiert werden:

die Kraft, frei zu sein und zu arbeiten.

Die Definitionen von Energie, Sicherheit und Energiesicherheit sind in Abbildung 3 zusammengefasst.

Weitere Konzepte, die für die Entwicklung des Konzepts der Energiesicherheit wichtig sind, sind:

Die Unterscheidung

zwischen **Quantität** und **Qualität** der Energie, • Der **Formwert** der Energie, • Der

Ortswert der Energie, • Der **Zeitwert**

der Energie, • Die Unterscheidung zwischen

Primär und **Sekundär** Energieformen

• Der Unterschied zwischen **Energievorräten** und **Energieflüssen** **sowie** von

statischen und **dynamischen** Faktoren • Der Unterschied zwischen **Energie** und **Leistung** und

die Bedeutung der

Kapazität

• Die Auswirkungen physikalischer Gesetze, insbesondere der Thermodynamik, des

Elektromagnetismus und der Prinzipien der Konstruktion und Betriebssteuerung elektrischer Energiesysteme

• Die Bedeutung von **Einschränkungen** und das Grundprinzip der Vermeidung von **Single Points of Failure**

• Die grundlegende Unterscheidung zwischen **Technologien** und einem **System** und die Notwendigkeit von

Systemdenken. • Die komplementären Rollen und wesentlichen Unterschiede in der Art zwischen einem **System** und ein **Markt**

• Die Prinzipien, die den Systemen zugrunde liegen.

• Die Rollen, der Einfluss, die Wirksamkeit, die Effizienz und die Grenzen des Marktes⁵⁶

[Fußnote einfügen: siehe unten] •

Die Prinzipien des Ingenieurdesigns • Die

Prinzipien des Risikomanagements • Die Praxis

öffentlicher Ordnung, guter Regierungsführung und umsichtiger Gesetzgebung und Regulierung •

Respekt vor

geopolitischen Kräften auf internationaler Ebene.

Für ein tiefes Verständnis der Energiesicherheit ist es wichtig, jedes dieser Konzepte näher zu erläutern.

11

ANHANG ZWEI

Warum Energiesicherheit wichtig ist

„Hören Sie auf, Ihre Kohlekraftwerke in die Luft zu sprengen – Sie sind noch nicht bereit, ohne sie zu leben!“

–Maria Korsnick, Präsidentin und CEO des Nuclear Energy Institute

Ohne Energiesicherheit kann eine Nation machtlos werden. Ohne ausreichende Antriebskraft ist eine Armee, eine Marine, eine Luftwaffe, eine Weltraumstreitmacht oder eine Cyberstreitmacht nicht in der Lage, sich bedarfsgerecht zu positionieren oder die für die Landesverteidigung erforderliche konzentrierte Kraft einzusetzen. Aus diesem Grund gehören direkte Angriffe auf Energieversorgungsleitungen und Infrastruktur zum Standard militärischer Strategie und Taktik.

Dieses Grundprinzip wurde Anfang 2022 von den ukrainischen Streitkräften demonstriert, die den Vormarsch der russischen Panzerkolonne auf Kiew stoppten, indem sie die Tankwagen ausschalteten.

In den beiden großen Konflikten des 20. Jahrhunderts spielte die Sicherheit der Energieversorgung eine entscheidende Rolle .

Am Vorabend des Ersten Weltkriegs traf der Erste Lord der Admiralität Winston Churchill eine historische Entscheidung: die Energieversorgung der Schiffe der britischen Marine von Kohle auf Öl umzustellen. Er wollte die Flotte schneller machen als ihr deutsches Gegenstück. Der Wechsel bedeutete aber auch, dass die Royal Navy nicht auf Kohle aus Wales, sondern auf unsichere Öllieferungen aus dem damaligen Persien angewiesen war. Energiesicherheit wurde somit zu einer Frage der nationalen Strategie. Churchills Antwort? „Sicherheit und Gewissheit beim Öl“, sagte er, „liegen allein in der Vielfalt.“⁵⁷

Die Ölsicherheit spielte während des Zweiten Weltkriegs sowohl im europäischen als auch im pazifischen Raum eine entscheidende Rolle. Seit den 1950er Jahren, während des Kalten Krieges und bis heute spielt der Zugang zu nuklearen Antrieben, insbesondere für U-Boote, aber auch für Flugzeugträger, eine entscheidende Rolle in der Verteidigung.⁵⁸ Nach der Entwicklung von Schiffsreaktorantrieben in den Raum von weniger als einem Jahrzehnt, unter dem

Unter der bemerkenswerten Führung von HG Rickover in den Vereinigten Staaten wurde die Technologie nach Großbritannien übertragen.⁵⁹ Diese transformative Veränderung wird von hochrangigen Marineoffizieren als weitaus bedeutsamer angesehen als Churchills Entscheidung, die Überwasserflotte der Royal Navy von Kohle auf Öl umzustellen. Aus der AUKUS-Vereinbarung geht hervor, dass dies nun auch in Australien anerkannt wurde.

Im zivilen Sektor erstreckt sich die Arbeitsfähigkeit im engeren ingenieurwissenschaftlichen Sinne auf die Maschinen und Systeme der Landwirtschaft, des Verkehrs, der Kommunikation, der Industrie, der Wirtschaft und der Finanzdienstleistungen; und auch im weiteren sozioökonomischen Sinne. Ohne ausreichende Arbeitskapazität wird eine Nation sowohl im wörtlichen als auch im übertragenen Sinne schnell zum Stillstand kommen und schnell in Unruhen und möglicherweise in einen langfristigen zivilisatorischen Zusammenbruch verfallen. Da eine solche Nation nicht in der Lage ist, sich zu verteidigen, und ohne die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten, besteht die Gefahr, dass sie ihre Freiheit verliert.

Ein tiefes Verständnis der gegenseitigen Abhängigkeit der Energiesicherheit zwischen dem militärischen und dem zivilen Bereich ist von entscheidender Bedeutung. Verteidigungskräfte benötigen eine sichere Energieversorgung, um Energie und die nationale Sicherheit verteidigen zu können. Australien ist ein Inselkontinent mit reichen Ressourcen. Die Energiesicherheit Australiens ist ein wesentlicher und wesentlicher Bestandteil der Energiesicherheit der Nachbarländer, insbesondere in der indopazifischen Region.

Das Konzept der Verfügbarkeit kommt dem Kern der Energiesicherheit nahe. Der separate, aber verwandte Begriff der Zuverlässigkeit wird häufig herangezogen, insbesondere wenn er auf Elektrizitätssysteme anwendbar ist. Die Forschungsarbeit wird aus dem Besten der Literatur ein praktisches Verständnis der Energiesicherheit herausarbeiten, das mit einer belastbaren Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit angesichts der Bedrohung durch absichtliche **externe** Störungen (z. B. aufgrund feindlicher Handlungen) und **unbeabsichtigte externe** Störungen (z. B. aufgrund von Feindseligkeiten) vereinbar ist Wetter- oder Naturkatastrophen), **unbeabsichtigte interne** Störungen (z. B. technisches oder technisches Versagen) und **absichtliche interne Störungen** (z. B. Betriebsbehinderung oder Zerstörung von Vermögenswerten, z. B. Sprengung von Kohlekraftwerken).

Das Verständnis der Energiesicherheit wird auf der Grundlage der physischen Realität aufgebaut, wobei Einschränkungen und Einschränkungen erkannt werden, Annahmen zugrunde gelegt werden und Beispiele dafür verwendet werden, wie wir über Energiesicherheit im Hinblick auf die Vielfalt der Energieformen nachdenken können und sollten, die Australien derzeit nutzt oder nutzen könnte in der Zukunft, darunter: Kohle, Erdgas, Öl, Wasserkraft, Windkraft, Solarenergie und Atomkraft.

12

ANHANG DREI

Zukünftige Richtungen in der Forschung zur Energiesicherheit

Die IPA hat Folgendes erkannt:

- Energiesicherheit wurde in der Regierung, bei Führungskräften, in der Wirtschaft, in der Wissenschaft und im gesamten öffentlichen Diskurs in Australien kaum thematisiert. Wo es erwähnt wird, wird es weder angemessen berücksichtigt noch priorisiert. • Seit der groß angelegten Invasion Russlands in der Ukraine im Jahr 2022 hat die Erwähnung der Energiesicherheit in den Medien zugenommen, doch die Aufmerksamkeit steht immer noch in krassem Gegensatz zu der in Nordamerika, Europa und Asien.
- Daher ist es dringend erforderlich, das grundlegende Bewusstsein und Verständnis für Energiesicherheit bei Führungskräften und in der gesamten australischen Gesellschaft zu erhöhen.

In der Zwischenzeit sind wichtige institutionelle Dynamiken zu berücksichtigen. Das Universitätssystem fördert eine starke Konzentration auf Spezialgebiete innerhalb definierter Disziplinen und ist im Allgemeinen nicht an der ganzheitlichen Entwicklung öffentlicher Politik beteiligt. Finanzierungsquellen für die Forschung können Prioritäten verzerren. Die Vorstände und das Management von Unternehmen haben gegenüber den Aktionären treuhänderische Pflichten, die durch das Gesetz und die Erwartungen der Gesellschaft im Allgemeinen vorgegeben sind. Branchenverbände müssen die Interessen ihrer Mitglieder vertreten. Obwohl Regierungsabteilungen den Ministern gegenüber verantwortlich sind, müssen sie über die Politik hinausgehen, um der Öffentlichkeit zu dienen. Politische Parteien müssen sich um die Stimmen bemühen, die sie benötigen, um gewählt zu werden, um ihre Politik umzusetzen.

Als Organisation, die von ihren Mitgliedern und privaten Spendern getragen wird, ist die IPA in der Lage, ihre Arbeit im Einklang mit den Prinzipien und Werten der Organisation anzugehen, ohne sich um eine kommerzielle oder parteipolitische Agenda zu kümmern. Wichtig ist, dass es weder staatliche Fördermittel beantragt noch erhält.

Als älteste Forschungsorganisation Australiens, die sich der Forschung im öffentlichen Interesse widmet, befindet sich die IPA in der einzigartigen Position, Arbeiten durchzuführen, die an einer Universität, geschweige denn in einem Unternehmen, einem Industrieverband, einem öffentlichen Dienst, nur schwer oder sogar unmöglich durchzuführen wären. gesetzliche oder andere Behörde, Regierung oder eine politische Party.

Ein „Think Tank“ kann diese Zwänge überwinden und entsprechend an der Schnittstelle zwischen den Bereichen Wissen, Wirtschaft und öffentliche Ordnung interagieren und nach Antworten auf schwierige Fragen suchen, die ernsthafte intellektuelle Herausforderungen darstellen, aber nicht ausschließlich akademischer Natur sind, die aber erhebliche wirtschaftliche Auswirkungen haben sind nicht im engeren Sinne kommerziell und haben Konsequenzen für die öffentliche Ordnung, sind aber nicht nur politisch. Dementsprechend sieht der vorgeschlagene Prozess für die IPA-Forschung zur Energiesicherheit vor:

- **Führen Sie** Recherchen durch und greifen Sie auf diese zurück und destillieren Sie sie durch externe Spezialisten an Universitäten und anderswo, indem Sie sich auf die Literatur und Daten stützen. Zu den Methoden gehören die Definition von Begriffen, die Verwendung analytischer Rahmenwerke sowie die Analyse und Synthese früherer Arbeiten, insbesondere aus Disziplinen wie Ingenieurwesen, Wirtschaft und öffentlicher Politik sowie aus Wirtschaft, Regierung und Wissenschaft.
- Die Arbeit in Papieren **veröffentlichen** ; die Erkenntnisse, offenen Fragen und offenen Kernfragen öffentlich präsentieren; und sich an Diskussionen und Debatten im öffentlichen Raum und an formelleren parlamentarischen Prozessen zu beteiligen.
- **Entwickeln Sie** die Arbeit durch Korrektur von Fehlern und Überbrückung von Lücken und streben Sie nach tieferen Erkenntnissen, stärkeren Schlussfolgerungen und größerer Klarheit der Schlussfolgerungen. • **Kommunizieren Sie** die Arbeit der Öffentlichkeit und den Regierungen, um die öffentliche Politik zu beeinflussen und die australische Gesellschaft zu stärken, indem Sie die nationale Sicherheit verbessern und gleichzeitig den wirtschaftlichen Wohlstand steigern und die Natur schützen Umfeld.

Es ist hilfreich zu bedenken, dass eine Reihe von Faktoren die Zukunft Australiens beeinflussen und beeinflussen werden. Während einige innerhalb Australiens liegen, sind andere extern. Und während einige unserer Kontrolle unterliegen oder zumindest unserem Einfluss unterliegen, liegen andere außerhalb unserer Kontrolle. Tabelle 3 bietet eine kurze Momentaufnahme einiger allgemeiner Beispiele für solche Faktoren.

Tabelle 3: Faktoren, die die Zukunft Australiens beeinflussen und beeinflussen werden

Faktoren	unserer Kontrolle und/oder unserem Einfluss unterliegen	außerhalb unserer Kontrolle
Extern zu Australien	Verträge und Bündnisse	Verhalten ausländischer Mächte
	Mitgliedschaften und Vereinbarungen	Marktkräfte und Preise Wetter und Klima
	Verträge und ausländische Investitionen	
Intern zu Australien	Richtlinien	Kultur
	Märkte	Werte
	Technische Überzeugungen	Wetter und Klima

Dieses Papier legt nahe, dass es drei allgemeine Möglichkeiten gibt, Australien zum Nutzen einzelner Australier, Familien, lokaler Gemeinschaften und unserer kollektiven Interessen als Nation voranzubringen. Erstens: Schützen Sie Australien vor negativen Auswirkungen. Zweitens: Maximieren Sie die positiven Aspekte, die zum Aufblühen der Australier und der Nation führen. Drittens: Ergreifen Sie Möglichkeiten für Australien, Einfluss auf andere Nationen zu nehmen.

Schützen Sie Australien vor negativen Auswirkungen

Bisher konzentrierte sich die öffentliche Diskussion über mögliche zukünftige negative Auswirkungen auf Australien, zumindest in den Mainstream-Medien sowie in intellektuellen und akademischen Kreisen, in diesem Jahrhundert zunehmend auf prognostizierte, vorhergesagte und angebliche negative Auswirkungen, sowohl direkte als auch indirekte, von Veränderungen im Klima. Die ausschließliche Verwendung eines sehr langen „Teleobjektivs“ mit einem schmalen Erfassungsbogen führt dazu, dass der Benutzer nicht wahrnimmt, was „außerhalb des Bildausschnitts“ geschieht. Die öffentliche Diskussion muss durch den Einsatz eines geeigneten „Weitwinkelobjektivs“ erweitert werden. Ein

zentrales Problem, das aufgrund einer Kombination aus Vernachlässigung und Missverständnissen immer dringlicher wird, ist die Verdrängung und vorzeitige Stilllegung der Flotte von Kohlekraftwerken, die zur Deckung des Grundlastbedarfs in den großen Bevölkerungs- und Industriezentren und darüber hinaus konzipiert, errichtet und betrieben werden.

Praktisch die gesamte neue Kapazität, die dem System in den zehn Jahren seit 2010 hinzugefügt wurde, war intermittierende Wind- und Solarenergie. Dadurch wurden die Fundamente der Erzeugungsflotte *verschoben*, ohne sie zu *ersetzen*. Der Schutz Australiens vor den negativen Auswirkungen vorzeitiger Pensionierungen von Generationen und den daraus resultierenden Verringerungen der Zuverlässigkeit und Kostensteigerungen liegt in der Kontrolle des Landes. Abbildung 4 zeigt Australiens Energieinfrastruktur und zeigt grafisch die Lage der wichtigsten Häfen, Flüssigbrennstoffterminals, Stromübertragungsleitungen (nach Spannungsniveau), Umspannwerke sowie Gas- und Ölpipelines. Angegeben sind die Inbetriebnahmejahre und die 50-Jahr-Jubiläumjahre der Kohlekraftwerke. Tabelle 4 und Tabelle 5 zeigen Kohle- und Flüssigbrennstoffkraftwerke, die seit 2011 stillgelegt wurden, sowie in Betrieb befindliche Anlagen.

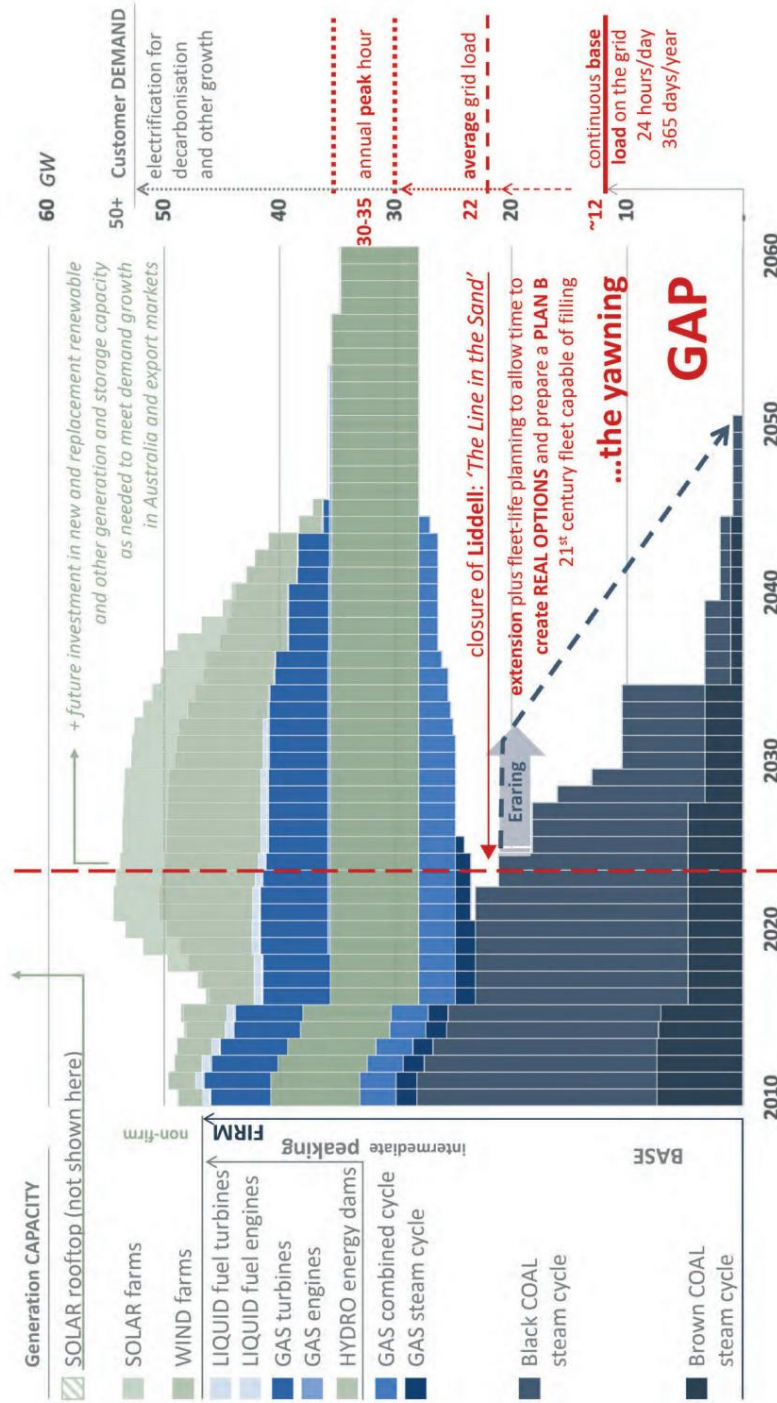
Abbildung 5 zeigt die drohende Klippe bei der Stilllegung von Kohlekraftwerken. Die Lücke wird auf diese Weise dargestellt, da die Zwischen- und Spitzenkraftwerke aus verschiedenen Gründen nicht in der Lage sind, die bestehende Grundlastflotte zu ersetzen. Wind und Sonne sind intermittierend und liefern einen synchronen Gleichstrom- und keinen Wechselstromausgang. Flüssigbrennstoff- und Gasanlagen sind hohen Brennstoffkosten im Zusammenhang mit internationalen Preisen ausgesetzt und unterliegen außerdem Einschränkungen durch Exportvertragsverpflichtungen, Produktionsraten sowie rechtliche und regulatorische Einschränkungen bei der Entwicklung sowie der Pipeline- und Speicherinfrastrukturkapazität. Aufgrund der eingeschränkten Wasserverfügbarkeit können Energiewasserkraftwerke nicht mit hohen Auslastungsfaktoren betrieben werden, und die weitere Entwicklung wird durch gesetzliche und behördliche Beschränkungen eingeschränkt. Speichertechnologien (z. B. gepumpte Wasserkraft- und elektrochemische Batterien) können eine sehr kurz- bis mittelfristige Leistung zu hohen bis sehr hohen Kosten liefern, sind aber aufgrund von Hin- und Rücklade-/Entladeverlusten im Laufe eines Jahres nicht belastet. Generationsquellen und werden hier nicht angezeigt.

Abbildung 4: Australiens Energieinfrastruktur



Quelle: Esri, USGS | Northern Territory Government, Esri, HERE, Garmin, FAO, NOAA, USGS | © Commonwealth of Australia (Geoscience Australia) 2022. Dieses Produkt wird unter der Creative Commons Attribution 4.0 International Licence veröffentlicht. <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> Rechtscode | © Commonwealth of Australia (Geoscience Australia) 2021. Dieses Produkt wird unter der Creative Commons Attribution 4.0 International Licence veröffentlicht. <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

Abbildung 5: Die Brennplattform: geplante Stilllegung der Kohlekraftwerkskapazität im NEM



Quelle: Wilson et al., 2021, Was wäre erforderlich, damit Kernkraftwerke ab den 2030er Jahren in Australien in Betrieb sein könnten? Universität von Queensland; <http://energy.uq.edu.au/WhatWouldBeRequired>

Die Vermeidung selbstverschuldeter Schäden, sowohl wirtschaftlicher als auch sonstiger Art, steht an erster Stelle. Die Ausweitung des Rahmens der Debatte, um das gesamte Spektrum negativer Faktoren (potenzielle Bedrohungen), vor denen Australien und die Australier geschützt werden müssen, gebührend zu berücksichtigen, wird eine ausgewogenere Sicht auf die Energiesicherheit ermöglichen, die angemessen in den Kontext der nationalen Sicherheit eingebettet wird.

Maximieren Sie die positiven Aspekte, die es den Australiern und der Nation ermöglichen, zu gedeihen

Schutz vor potenziellen Bedrohungen ist notwendig, aber nicht ausreichend. Eine positive Vision für die Zukunft ist erforderlich. Die Vorstellung der Zukunft Australiens unter gegensätzlichen politischen Rahmenbedingungen und im Kontext der Unsicherheiten, die der realen Welt innewohnen, erfordert diszipliniertes Denken. Besonders nützlich sind die strengen Kriterien der Szenarioplanung, die verlangen, dass jede Beschreibung der Zukunft plausibel, umfassend, integriert und konsistent ist und ihr keine Wahrscheinlichkeit zugeordnet wird. Ein solcher Ansatz kann Erkenntnisse über die Arten von Richtlinien und Strategien liefern, die es den Australiern und ihrer Nation ermöglichen, den Herausforderungen einer unsicheren Welt gerecht zu werden.

Maximieren Sie den positiven Einfluss, den Australien auf andere Nationen haben kann

Während es immer eine große Anzahl von Faktoren geben wird, die außerhalb der Kontrolle Australiens liegen, wird es eine Reihe von Faktoren geben, die Australien beeinflussen kann. Dazu gehören die Verträge und Allianzen, denen unsere Regierung beiträgt, die Mitgliedschaften in Organisationen und Vereinbarungen, an denen wir beteiligt sind, sowie Verträge und Auslandsinvestitionen, an denen australische Unternehmen und Einzelpersonen beteiligt sind.

Das Verhalten ausländischer Mächte sowie die Marktkräfte und Preise liegen weitgehend außerhalb der Kontrolle Australiens, obwohl wir selbst dort möglicherweise einen gewissen Einfluss haben.

Australien hat keine Möglichkeit, das Wetter oder das Klima zu kontrollieren. Es wurde behauptet oder stark angedeutet, dass Australien als Nation in der Lage ist, auf eine Art und Weise zu „handeln“, die das Klima indirekt positiv beeinflussen kann (indem es als Klimaführer auftritt). Es wurde auch behauptet oder angedeutet, dass die verstärkte Nutzung wetterabhängiger „erneuerbarer“ Energien die Energiesicherheit verbessert. Beide Behauptungen, Vorschläge oder Ansichten sind bestenfalls dürrtig. Aufgrund des Zusammenhangs mit der Energiesicherheit liegen solche Behauptungen im Rahmen des Forschungsprogramms zur Energiesicherheit am IPA.

Es wird wichtig sein, solche Fragen auf eine Art und Weise zu behandeln, die sie angemessen behandelt, ohne den Schwerpunkt der Arbeit aus den Augen zu verlieren. Wie in diesem Papier dargelegt wird, bleibt die Energiesicherheit selbst die vorrangige politische Priorität der Regierungen, Kostenwettbewerbsfähigkeit und Erschwinglichkeit sind die zweitwichtigsten Anliegen, die angegangen werden müssen, und Umweltaspekte müssen auf eine Weise angegangen werden, die integraler Bestandteil des energiepolitischen Trilemmas ist .

Tabelle 4: Jüngste Schließungen von Kohle- und Flüssigbrennstoffkraftwerken im National Electricity Markt

MW-Anlage		Kraftstoff	beauftragt	Schließung	bei Alter
480	Swanbank B	Schwarz KOHLE	Steam Sub Kritisch	1972 – 2013	41
190	Collinsville	Schwarz KOHLE	Steam Sub Kritisch	1998 – 2013	15
34	Mackay GT	Flüssig Kraftstoff	OCGT	1975 – 2021	46
704	Queensland				
600	Munmorah	Schwarz KOHLE	Steam Sub Kritisch	1969 – 2012	43
150	Redbank	Schwarz KOHLE	Steam Sub Kritisch	2001 – 2013	12
960	Wallerawang C	Schwarz KOHLE	Steam Sub Kritisch	1978 – 2014	36
2 000	Liddell	Schwarz KOHLE	Steam Sub Kritisch	1972 – 2023	51
3 710	New South Wales				
195	Morwell Energie Brix	Braun KOHLE	Steam Sub Kritisch	1960 – 2014	54
160	Anglesea	Braun KOHLE	Steam Sub Kritisch	1969 – 2015	46
1 600	Haselholz	Braun KOHLE	Steam Sub Kritisch	1968 – 2016	48
1 955	Victoria				
240	Playford B	Braun KOHLE	Steam Sub Kritisch	1963 – 2016	53
520	Nördlich	Braun KOHLE	Steam Sub Kritisch	1985 – 2016	31
480	Torrens Insel A	Natürlich GAS	Steam Sub Kritisch	1967 – 2021	54
1 240	Südaustralien				
7.609 MW Zwischensumme im gesamten NEM					

Tabelle 5: BETRIEB von Kohle- und Flüssigbrennstoffanlagen im nationalen Strommarkt

MW-Anlage	Kraftstoff	beauftragt		Schließungsalter im Jahr 2023	
1 680 Gladstone Schwarz	KOHLE	Dampf Sub Kritisch	1980 – 2029	49	43
424 Mt. Stuart	Flüssig Kraftstoff	OCGT	1998 – 2033	35	25
1 400 Tarong	Schwarz KOHLE	Dampf Sub Kritisch	1985 – 2035	50	38
700 Callide B	Schwarz KOHLE	Dampf Sub Kritisch	1989 – 2028	39	34
1 460 Stanwell	Schwarz KOHLE	Dampf Sub Kritisch	1995 – 2035	40	28
840 Callide C Schwarz	KOHLE	Dampf Super Kritisch	2001 – 2035	34	22
450 Tarong Norden	Schwarz KOHLE	Dampf Super Kritisch	2002 – 2035	33	21
744 Kogan Bach	Schwarz KOHLE	Dampf Super Kritisch	2007 – 2035	28	16
7 698 Queensland					
50 Jäger Valley GT	Flüssig Kraftstoff	OCGT	1988 – 2023	35	35
1 320 Vales Punkt B	Schwarz KOHLE	Dampf Sub Kritisch	1978 – 2029	51	45
2 880 Eraring	Schwarz KOHLE	Dampf Sub Kritisch	1983 – 2025	42	40
2 640 Bayswater Schwarz	KOHLE	Dampf Sub Kritisch	1983 – 2030	47	40

MW-Anlage	Kraftstoff	beauftragt		Schließungsalter im Jahr 2023	
1 320 Mt Piper	Schwarz KOHLE	Dampf Sub Kritisch	1993 – 2040	47	30
8 210 New South Wales					
500 Newport	Natürlich GAS	Dampf Sub Kritisch	1980 – 2025	45	43
1 450 Yallourn W	Braun KOHLE	Dampf Sub Kritisch	1980 – 2028	48	43
2 210 Loy Yang A	Braun KOHLE	Dampf Sub Kritisch	1986 – 2035	49	37
1 115 Loy Yang B	Braun KOHLE	Dampf Sub Kritisch	1995 – 2045	50	28
5 275 Victoria					
800 Torren Insel B	Natürlich GAS	Dampf Sub Kritisch	1976 – 2026	50	47
74 Hafen Lincoln GT	Flüssig Kraftstoff	OCGT	1999 – 2030	31	24
63 Snuggery Liquid	Kraftstoff	OCGT	1997 – 2030	33	26
937 Südastralien					
22.119 MW Zwischensumme im gesamten NEM					

DIESE SEITE WURDE ABSICHTLICH FREIGELASSEN

GLOSSAR DER BEGRIFFE

Begriff	Erläuterung
Energie	<p>Alle Energieformen sind mit Bewegung oder Veränderung verbunden. Ohne jegliche Energie wäre jede Substanz bewegungslos und völlig „eingefroren“. Unter Energie versteht man in der Physik die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten. Energie kann in vielen verschiedenen Formen vorliegen, beispielsweise als potentielle, kinetische, thermische, elektrische, chemische, nukleare oder andere. Energie kann von einer Form in eine andere übertragen, aber weder erzeugt noch zerstört werden. (Genau genommen bleibt Materie-Energie erhalten, wobei der Austausch zwischen beiden durch die berühmte Gleichung $E=mc^2$ bestimmt wird.)</p>
Entropie	<p>Jeder irreversible Energieumwandlungsprozess liefert einen Bruchteil der ursprünglichen Energie, der in nützliche Arbeit umgewandelt werden kann. Das „verlorene“ (aber nicht zerstörte) Gleichgewicht ist mit einer Zunahme der Entropie verbunden, die man sich als Zunahme der Unordnung vorstellen kann. Aus diesem Grund kann Energie selbst niemals „recycelt“ werden, wie dies bei Materialien (Materie) der Fall ist. Mit dem Materialrecycling sind immer Energiekosten und ein weiterer Anstieg der Gesamtsystementropie verbunden.</p> <p>Die Encyclopaedia Britannica definiert Entropie als „das Maß für die Wärmeenergie eines Systems pro Temperatureinheit, die für die Verrichtung nützlicher Arbeit nicht zur Verfügung steht.“ Da Arbeit aus geordneter molekularer Bewegung gewonnen wird, ist die Menge an Entropie auch ein Maß für die molekulare Unordnung oder Zufälligkeit eines Systems. Das Konzept der Entropie bietet tiefe Einblicke in die Richtung spontaner Veränderungen bei vielen Alltagsphänomenen. Seine Einführung durch den deutschen Physiker Rudolf Clausius im Jahr 1850 ist ein Höhepunkt der Physik des 19. Jahrhunderts. (Betonung hinzugefügt).</p>

Begriff	Erläuterung
Thermodynamik	<p>So wie nichts mit Masse vom Gesetz der Schwerkraft ausgenommen ist und kein geladenes Teilchen vor Maxwells Gesetzen des Elektromagnetismus gefeit ist, gelten die Gesetze der Thermodynamik für alle physikalischen und biologischen Systeme und liefern eine vollständige Beschreibung aller Änderungen im Energiezustand eines jeden System und seine Fähigkeit, nützliche Arbeit an seiner Umgebung zu leisten. Die Encyclopaedia Britannica definiert Thermodynamik als „die Wissenschaft vom Zusammenhang zwischen Wärme, Arbeit, Temperatur und Energie“. Im Großen und Ganzen befasst sich die Thermodynamik mit der Übertragung von Energie von einem Ort zum anderen und von einer Form in eine andere. Das Schlüsselkonzept besteht darin, dass Wärme eine Energieform ist, die einer bestimmten Menge mechanischer Arbeit entspricht. Die klassische Thermodynamik wurde später zur „statistischen Thermodynamik oder statistischen Mechanik“ erweitert, die makroskopische thermodynamische Eigenschaften im Hinblick auf das Verhalten einzelner Teilchen und ihrer Wechselwirkungen ausdrückt. Sie hat ihre Wurzeln in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, als atomare und molekulare Theorien der Materie allgemein akzeptiert wurden.“</p>

ÜBER DAS INSTITUT FÜR ÖFFENTLICHE ANGELEGENHEITEN

Das Institute of Public Affairs ist ein unabhängiger, gemeinnütziger Think Tank für öffentliche Politik, der sich der Wahrung und Stärkung der Grundlagen wirtschaftlicher und politischer Freiheit widmet. Seit 1943 steht die IPA an der Spitze der politischen Debatte und prägt die zeitgenössische politische Landschaft. Die IPA wird durch Einzelmitgliedschaften sowie Einzel- und Unternehmensspender finanziert.

Die IPA unterstützt den freien Markt für Ideen, den freien Kapitalfluss, eine begrenzte und effiziente Regierung, eine evidenzbasierte öffentliche Ordnung, Rechtsstaatlichkeit und repräsentative Demokratie. Im Laufe der Menschheitsgeschichte haben sich diese Ideen als die dynamischsten, befreiendsten und aufregendsten erwiesen. Unsere Forscher wenden diese Ideen auf die Fragen der öffentlichen Ordnung an, die heute wichtig sind.

ÜBER DIE AUTOREN

Stephen Wilson

Stephen Wilson ist Visiting Fellow für Energiesicherheit am IPA.

Stephen ist Ingenieur und Energieökonom mit über 30 Jahren Erfahrung in Projekten in rund 30 Ländern, die alle Energieformen entlang der Wertschöpfungskette abdecken.

Stephens Arbeit reichte von Energieeffizienz und Nachfragemanagement über Strom- und Gasübertragungs- und -verteilungsnetze und -speicherung bis hin zur Stromerzeugung und allen wichtigen Primärenergiequellen. Seine Arbeit umfasst Uran und Kraftwerkskohle für die Kernenergieerzeugung, metallurgische Kohle in der Eisen- und Stahlindustrie sowie Erdgas, Öl, Biokraftstoffe und die Rolle von Wind und Sonne in Energiesystemen. Er hat die Forschung zu den Produktions- und Exportkosten von grünem Wasserstoff betreut. Er hat im Laufe der Jahre mit einer Reihe von Energie-Wirtschafts-Emissions-Modellen gearbeitet.

Stephen betreute an der UQ Forschungsarbeiten zum Thema „*Verstehen der Möglichkeiten und Kosten der Planung und des Betriebs von Elektrizitätssystemen mit hohen Anteilen variabler erneuerbarer Energiequellen*“. In dieser Arbeit wurden auch die Auswirkungen auf die Kosten untersucht, die sich aus der Aufhebung der Atomenergieverbote in Australien und der Ermöglichung der neuen Generation kleiner modularer Reaktoren mit einem hohen Maß an betrieblicher Flexibilität ergeben.

Stephen war der Hauptforscher der Studie und Hauptautor des von der University of Queensland im Jahr 2021 veröffentlichten Berichts „*Was wäre erforderlich, damit Kernenergieanlagen in Australien ab den 2030er Jahren in Betrieb sein könnten*“.

Stephens Karriere umfasst Positionen in Melbourne, Hongkong und Brisbane, in mehreren Beratungsunternehmen, einem großen Bergbauunternehmen und einer großen Universität. Derzeit übernimmt er Beratungstätigkeiten, Interessenvertretungen, Forschungskooperationen und Mentoring im universitären Bereich und ist Direktor eines Energietechnologie-Startups.

Scott Hargreaves

Scott Hargreaves ist geschäftsführender Direktor der IPA und wurde 2022 ernannt. Bevor er 2015 zu den Mitarbeitern der IPA wechselte, war er in verschiedenen Positionen im privaten Sektor mit Schwerpunkt auf dem Energiesektor tätig, einschließlich Vertrags-, Beratungs- oder Stabsfunktionen bei Agenturen von die viktorianische Regierung, Meridian Energy und Anglo American plc sowie Origin Energy. Er hat einen Bachelor of Arts in Politik und Wirtschaft, ein Postgraduierten-Diplom in Public Policy, einen MBA der Melbourne Business School und einen Master of Commercial Law.

REFERENZEN UND ANMERKUNGEN

- 1 Robert O. Keohane, Die Internationale Energieagentur: Staatlicher Einfluss und Transgouvernementale Politik, **Internationale Organisation**, Herbst 1978, Bd. 32, Nr. 4, S. 929–951, University of Wisconsin Press. <https://www.jstor.org/stable/2706182>.
Im Jahr 2023 ist Bob Keohane emeritierter Professor für Internationale Angelegenheiten an der Princeton School of Public and International Affairs.

- 2 Ronald Reagan, Antrittsrede (öffentliche Zeremonie) 5. Januar 1967, Ronald Reagan Presidential Library & Museum, https://www.reaganlibrary.gov/archives/Rede/5_Januar_1967-Antrittsrede-öffentliche-Zeremonie

- 3 Als Dr. Jonny Hesthammer, ehemaliger Professor für Geologie und Geophysik an der Universität in Bergen und CEO M Vest Energy und Norsk Kjernekraft (norwegisch). Atomkraft), schreibt:

„Von allen kohlenstoffarmen Quellen hat die Kernenergie den geringsten Platz- und Materialbedarf.“ Erneuerbare Energien haben eine viel geringere Leistungsdichte als andere nicht erneuerbare Energiequellen. „Solar- und Windenergie haben auch den höchsten Verbrauch an kritischen Metallen.“ — Jonny Hesthammer, Diagramm zum Flächen- und Materialverbrauch, 28. Oktober 2020, <https://energy.glex.no/feature-stories/area-and-material-consumption>

- 4 John van Zalk, Paul Behrens, Die räumliche Ausdehnung erneuerbarer und nicht erneuerbarer Energien Stromerzeugung: Eine Überprüfung und Metaanalyse der Leistungsdichten und ihrer Anwendung in den USA, **Energy Policy**, Band 123, 2018, S. 83-91, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.08.023>. Siehe auch <https://energy.glex.no/footprint>

- 5 Nikolaus J. Kurmayer, 2022, Deutschland reaktiviert Kohlekraftwerke angesichts der Bedrohung der russischen Gasversorgung, **EURACTIV**, 9. März, <https://www.euractiv.com/section/energy/news/deutschland-reaktiviert-kohlekraftwerke-inmitten-bedrohungen-der-russischen-gasversorgung/>

Deutschlands ältestes Kohlekraftwerk befindet sich in Berlin-Klingenberg. Es wurde 1927 in Betrieb genommen und bis 2017 mit Kohle betrieben. Es läuft nur im Winter und liefert sowohl Wärme als auch Strom.

- 6 Xi Jinping, 2022, Halten Sie mit Chinesen das große Banner des Sozialismus hoch
Merkmale und Streben nach Einheit zum Aufbau eines modernen sozialistischen Landes in jeder Hinsicht: Bericht an den 20. Nationalkongress der Kommunistischen Partei Chinas, Peking, 16. Oktober.

- 7 Peter Dutton, berichtet von Paul Kelly, The Australian, 14. Dezember 2022

- 8 Adi Paterson, Brief an den Premierminister im Vorfeld des Small Modular Reactor
Forum veranstaltet von den Parliamentary Friends of Nuclear Industries, Canberra, 23. November 2022.
Siehe auch www.youtube.com/@friendsofnuclearindustries/videos

- 9 Geoff Chambers, Australiens „Investitionsklima verschlechtert sich“, sagt Japaner Gasriese, The Australian, 30. März 2023, <https://www.theaustralian.com.au/nation/politik/australien-investitionsklima-verschlechtern-sagt-japanischer-gasriese/news-story/961d77560a63039a10570b326d3fd15c>;
- Ben Packham, die japanischen LNG-Giganten Inpex und Tokyo Gas sagen, dass australisches Gas mindestens bis 2050 benötigt wird, The Australian, 23. März 2023 <https://www.theaustralian.com.au/nation/japanese-lng-giants-inpex-and-to-kyo-gas-say-australian-gas-will-be-needed-until-at-least-2050/news-story/c2401d75c97da7b22c36bc5b564ae5f7>
- 10 Siehe <https://www.iea.org/about/history> und <https://www.iea.org/about/structure>
- 11 Ein Kandidatenland für die IEA muss ein Mitgliedsland der OECD sein. In Darüber hinaus muss es mehrere Anforderungen nachweisen, die mit dem maßgeblichen Vertragsdokument im Einklang stehen. <https://www.iea.org/about/membership> China, Indien, Indonesien und Argentinien (Nicht-OECD-Volkswirtschaften) sind „Assoziationsländer“: <https://www.iea.org/Länder>
- Siehe auch: Zhang Guobao, Lord Browne, Hirst und Yang et al., Global Energy Governance Reform and China's Participation, Consultation Draft Report, Energy Research Institute, NDRC China; Grantham Institute for Climate Change, Imperial College London, Februar 2014. Vorbereitet als Beitrag zum G20-Treffen in Brisbane, Australien.
- Die Einleitung zum Bericht beginnt mit diesen Worten:
- „China and Global Energy Governance“ ist ein Gemeinschaftsprojekt des chinesischen Energieforschungsinstituts der NDRC und des Grantham Institute for Climate Change des Imperial College London. Der bestehende globale Energie-Governance-Rahmen wurde in den 1970er Jahren geschaffen „In der globalen Energielandschaft ist es nicht mehr zweckdienlich.“
- 12 Literaturrecherche für die Doktorarbeit von Hasliza Omar an der University of New South Wales. h.omar@unsw.edu.au
- 13 EA Wrigley, Energy and the English Industrial Revolution, CUP, Cambridge, 2010
- 14 EA Wrigley, The Path to Sustained Growth, CUP, Cambridge, 2016
- 15 Mark P Mills, The Could Revolution: how the convergenz neuer Technologien wird das nächste Wirtschaftsbuch und die wilden 2020er Jahre auslösen, Encounter Books, New York, 2021.
- 16 Rupert Darwall, The Age of Global Warming: a History, Quartet Books, London, 2013
- 17 Verschiedene wissenschaftliche und technische Agenturen und Berufsverbände spielen eine Rolle. Allerdings ist die Gestaltung und Umsetzung der Politik im Kern eine praktische Angelegenheit und liegt in der Verantwortung der Berufsgruppen.

18 Dies geht beispielsweise aus der Lektüre der Kapitel „Energiesicherheit“ hervor:

John Howard, Sicherung der Zukunft Australiens [Energieweißbuch]. Australische Regierung 2004: Canberra.

Martin Ferguson, Energy White Paper 2012: Australiens Energiewende. 2012. Canberra: Ministerium für Ressourcen, Energie und Tourismus.

Es gibt einen Verweis auf die alle zwei Jahre stattfindende National Energy Security Assessment, aber kein Kapitel über Energiesicherheit in:

Ian Macfarlane, Energieweißbuch. 2015. Canberra: Abteilung für Industrie und Wissenschaft.

19 AC Pigou, The Economics of Welfare, 4. Aufl. (London: Macmillan, 1932), 89.

[Ursprünglich 1920 veröffentlicht.]

McConnell, Economics, 18. Auflage, Kapitel 16: Öffentliche Güter, Externalitäten und Informationsasymmetrien. <https://glencoe.mheducation.com/sites/0025694212/stu-dentview0/chapter16/originoftheidea.html>

Von Carlowitz, HC & Rohr, V. (1732) Sylvicultura Oeconomica, oder Haußwirthliche Nachricht und Natürliche Anweisung zur Wilden Baum Zucht, Leipzig; übersetzt aus dem Deutschen, zitiert in Friederich, Simon; Symons, Jonathan (15. November 2022). „Nachhaltigkeit operativ gestalten? Warum Nachhaltigkeit als Investitionskriterium zur Zukunftssicherung scheitert. Globale Politik. 14: 1758–5899.13160. doi:10.1111/1758-5899.13160.

Basler, Ernst (1972). Strategy of Progress: Environmental Pollution, Habitat Scarcity and Future Research (ursprünglich Strategie des Fortschritts: Umweltbelastung Lebensraumverknappung und Zukunftsforschung). BLV-Verlag.

Weltkommission für Umwelt und Entwicklung, unsere gemeinsame Zukunft. Oxford: OUP, 1987, <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

20 Die Überschrift „Externalität“ wird hier bewusst anstelle des gebräuchlicheren Begriffs „Nachhaltigkeit“ gewählt.

Das Konzept der „Spillover-Kosten und -Nutzen“ umfasst sowohl negative als auch positive Auswirkungen, die per Definition außerhalb der Transaktionen liegen, die innerhalb der Wirtschaft zwischen Käufern und Verkäufern oder Produzenten und Verbrauchern oder Lieferanten und Kunden oder Exporteuren stattfinden Importeure auf Märkten.

Das Konzept wurde erstmals von Henry Sedgwick (1838–1900) formuliert und von Arthur C. Pigou (1877–1959) als „Externalitäten“ formalisiert. Der Begriff der „Nachhaltigkeit“ geht auf Hans Carl von Carlowitz (1645–1714) im Bereich der Waldbewirtschaftung zurück. Allerdings ist die moderne Verwendung des Begriffs in einem breiteren Umweltkontext und seine Übernahme in die Wirtschaftswissenschaften jüngerer Datums. Zu den Quellen gehören ein Buch von Ernst Basler aus dem Jahr 1972, das auf einer Vortragsreihe am MIT basiert, die UN-Konferenz über die menschliche Umwelt von 1972 in Stockholm und die UN-Kommission für Umwelt und Entwicklung (Brundtland-Kommission) von 1983.

21 Das Konzept einer „Grünen Prämie“ wurde durch Bill Gates populär gemacht, How to Vermeidung einer Klimakatastrophe, Random House, 2021. Siehe „Wie viel wird das kosten?“ ab S. 58, die auf Berechnungen grüner Prämien verweist, die online auf breakoverenergy.org veröffentlicht wurden

- 22 Eine kurze Einführung in Systemdenken finden Sie in einem Vortrag von Russ Ackoff, „If Russ Ackoff had held a TED talk“, <https://www.youtube.com/watch?v=OqEelG8aPPk>, von einer Veranstaltung im Jahr 1994, die von veranstaltet wurde Clare Crawford-Mason und Lloyd Dobyns erfassen das Lernen und Vermächtnis von Dr. W. Edwards Deming.
- 23 Quelle: privates Gespräch mit einem pensionierten Beamten des Commonwealth.
- 24 Das Kriterium der Falsifizierbarkeit von Sir Karl Popper besagt, dass „wirklich wissenschaftliche Theorien nie endgültig bestätigt werden, weil widersprüchliche Beobachtungen (Beobachtungen, die nicht mit den empirischen Vorhersagen der Theorie übereinstimmen) immer möglich sind, egal wie viele bestätigende Beobachtungen gemacht wurden.“ Stattdessen werden wissenschaftliche Theorien zunehmend durch das Fehlen widerlegender Beweise in einer Reihe gut konzipierter Experimente bestätigt. Laut Popper sind einige Disziplinen, die wissenschaftliche Gültigkeit beanspruchen – z. B. Astrologie, Metaphysik, Marxismus und Psychoanalyse – keine empirischen Wissenschaften, weil ihr Gegenstand auf diese Weise nicht verfälscht werden kann. Encyclopaedia Britannica, Online-Ausgabe, abgerufen am 29. Juli 2023, <https://www.britannica.com/topic/criterion-of-falsifiability>
- 25 Walter Isaacson, Einstein: sein Leben und Universum, Simon & Schuster, New York, 2007.
- 26 Mark Buchanan, „Die Thermodynamik der Erde“, Nature Physics, Bd. 13, Februar 2017, S.106
- 27 Gordon WF Drake, „Thermodynamics“, Encyclopaedia Britannica, Online-Ausgabe, abgerufen am 29. Juli 2023; <https://www.britannica.com/science/thermodynamics>
- 28 Ben Russell, James Watt: Making the World Anew, Reaktion Books and the Science Museum, London, 2014.
- 29 Sadi Carnot, Reflections on the Motive Power of Fire, Paris, 1824. Siehe auch <https://en.wikipedia.org/wiki/NicolasLéonardSadiCarnot>
- 30 Rudolph Clausius, Die mechanische Wärmetheorie – mit ihren Anwendungen auf die Dampfmaschine und physikalische Eigenschaften von Körpern. London: John van Voorst, 1867. Siehe auch <https://en.wikipedia.org/wiki/RudolfClausius>
- 31 Lord Kelvin (William Thomson), „Auf einer absoluten thermometrischen Skala: Basierend auf Carnots Theorie der Antriebskraft der Wärme und berechnet aus Regnaults Beobachtungen, Philosophical Magazine, Oktober 1848, (Sir William Thomson, Mathematical and Physical Papers, Bd. 1, Cambridge University Press, 1882, S. 100-106.)
- Scan des Nachdrucks von 1991: <https://www3.nd.edu/~powers/ame.20231/kelvin1848.pdf>
<https://zapatopi.net/kelvin/papers/onanabsolutethermmetricscale.html>
- Siehe auch: National Institute of Standards and Technology, Kelvin: Geschichte, <https://www.nist.gov/si-redefinition/kelvin-history>, abgerufen am 29. Juli 2023
- 32 Diana L. Kormos-Buchwald, „Walther Nernst, deutscher Chemiker“, Encyclopaedia Britannica, Online-Ausgabe, abgerufen am 29. Juli 2023; <https://www.britannica.com/Biografie/Walther-Nernst#ref102911>
- 33 Gordon WF Drake, „Thermodynamics“, Encyclopaedia Britannica, Online-Ausgabe, abgerufen am 29. Juli 2023; <https://www.britannica.com/science/thermodynamics>
- 34 Riener Kümmel, The Second Law of Economics: Energy, Entropy, and the Origins of Wealth, Springer, New York Dordrecht Heidelberg London, 2011. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-9365-6>

- 35 Milton Friedman, undatierte Vorlesungsaufzeichnung: <https://www.youtube.com/watch?v=YmqoCHR14n8>
- Friedman erklärt den Ursprung der Worte „Es gibt kein kostenloses Mittagessen“ als Antwort auf eine Frage nach dem Vortrag der Wriston-Vorlesung 1991, die am 19. November 1991 in New York City gehalten wurde.
- 36 Fred Hilmer, Nationale Wettbewerbspolitik. Australische Regierung 1993: Canberra.
- 37 Die Privatisierung staatlicher Strom- und Gasversorgungsprovisionen wurde von der viktorianischen liberalen Regierung Kennett-Stockdale vorangetrieben, die auch den ersten wettbewerbsorientierten Stromgroßhandelsmarkt etablierte. Südaustralien verabschiedete das Ermächtigungsgesetz, das von den miteinander verbundenen Staaten als National Electricity Law übernommen wurde. Der nationale Strommarkt umfasste ursprünglich Südaustralien, Victoria, New South Wales und die ACT, wobei Queensland und Tasmanien nach der Einrichtung physischer Übertragungsverbindungen hinzukamen. Nachfolgende Reformen vereinten die National Electricity Market Management Company (NEMMCO), die Victorian Energy Networks Corporation (VENCorp), den Electricity Supply Industry Planning Council (ESIPC), die Retail Energy Market Company (REMCO), die Gas Market Company (GMC) und den Gas Retail Market Operator (GRMO) zur Gründung des Australian Energy Markets Operator (AEMO). Die Australian Energy Markets Commission (AEMC) wurde als Hüterin der National Electricity Rules (NER) gemäß dem National Electricity Law (NEL) gegründet.
- Die australische Energieregulierungsbehörde (AER), eine Abteilung der australischen Wettbewerbs- und Verbraucherkommission (ACCC), ist für die Durchsetzung der NEM-Regeln, für die Wirtschaftsregulierung einschließlich zulässiger Renditen und die regulierte Vermögensbasis (RAB) des Stromübertragungs- und -verteilungsnetzes verantwortlich Unternehmen sowie Gastransport- und -verteilungsnetze und die Durchsetzung des nationalen Gasgesetzes und der nationalen Gasvorschriften in allen Gerichtsbarkeiten außer Westaustralien.
- 38 Industry Commission, Report N°11 Energy Generation and Distribution, drei Bände, Australian Government 1991: Canberra.
- 39 Ebenda
- 40 Stephen Wilson, Wie man den Strommarkt reformiert, bevor wir die Spitze einer Klippe erreichen, Energy Policy Institute of Australia, Februar 2017. Hervorhebung im Original.
- 41 John Howard, A Sense of Balance, Harper Collins, Sydney, 2022; P. 175-6.
- 42 Offizieller Ausschuss des Commonwealth of Australia Hansard, Ständiger Ausschuss für Umwelt und Energie des Repräsentantenhauses, Voraussetzungen für die Kernenergie in Australien, Sydney, Mittwoch, 9. Oktober 2019, ZEUGNIS, S. 15-28; Meinung des Autors.
- 43 Dr. Tim Stone, Grundsatzrede auf der Engineers Australia-Konferenz, Brisbane, November 2016.
- 44 Milton Friedman, Why Government is the Problem.* Essays in Public Policy, Nr. 39. Stanford, Kalifornien: Hoover Institution Press, 1993. *1991 Wriston Lecture, gehalten am 19. November 1991 in New York City unter der Schirmherrschaft des Manhattan Institute. Verfügbar unter: <https://www.hoover.org/sites/default/files/uploads/documents/friedman-regierungsproblem-1993.pdf>

45 Die Verfassung, zusammen mit der Proklamation zur Erklärung der Gründung des Commonwealth, Letters Patent in Bezug auf das Amt des Generalgouverneurs, Statute of Westminster Adoption Act 1942, Australia Act 1986 mit Übersicht, Anmerkungen und Index durch die Abteilung des Generalstaatsanwalts und einen Anwalt der australischen Regierung, erstellt durch das Office of Legislative Drafting and Publishing, Attorney -General's Department, Canberra, 1. Januar 2012. Die Notizen enthalten Folgendes:

Gewaltenteilung

Die Kapitel I, II und III der Verfassung übertragen die gesetzgebenden, exekutiven und judikativen Befugnisse des Commonwealth auf drei verschiedene Organe, die in der Verfassung festgelegt sind: das Parlament (Kapitel I), die Exekutivregierung (Kapitel II), und die Judikatur (Kapitel III). Die gesetzgebende Gewalt ist die Macht, Gesetze zu erlassen. Die Exekutivgewalt ist die Befugnis, Gesetze zu verwalten und Regierungsgeschäfte durch Organe wie Regierungsabteilungen, gesetzliche Behörden und die Verteidigungskräfte auszuführen. Die richterliche Gewalt ist die Befugnis, Rechtsstreitigkeiten abschließend zu entscheiden

46 Siobhán McHugh, *The Snowy: a History*, 30. Jubiläumsausgabe, 2019; Sehen S. 25-28, darunter:

„Bis zu seinem Tod Anfang 1989 konnte sich [der Minister für Arbeit und Wohnungswesen in der Chifley-Regierung] Nelson Lemmon deutlich daran erinnern, wie er das Snowy [Mountains Hydroelectric Scheme] geplant und ins Leben gerufen hat.“ ... Da er ein „Praktiker“ war, entschied er, dass die Bürokratie auf dem Snowy von Anfang an minimiert werden würde, und der beste Weg, dies zu erreichen, bestand darin, die alleinige Verantwortung für das Programm dem Commonwealth zu übertragen. Das war leichter gesagt als getan, denn die australische Verfassung definierte Stromerzeugung und Bewässerung als staatliche Aufgaben. Unerschrocken skizzierte Lemmon seinen Plan:

Ich ging zu Chifley ... und sagte: „Es gibt nur einen Weg, damit umzugehen ... Stellen Sie die ganze Sache unter das Verteidigungsgesetz ... und wir werden der Boss sein.“

Er sagte: „WAS? Ihr Name ist Nelson Lemmon, nicht Ned Kelly – das können Sie nicht!“

Also sagte ich: „Warum kann ich nicht?“ „Nun“, sagte er, „sagen Sie mir, wie Sie es können!“

Also sagte ich: „Hör zu! „Sie hatten U-Boote im Hafen“; So wie Sie jetzt alles bauen, wollen sie nur einen anständigen Kreuzer, und sie könnten sich durch die Wache schleichen und ohne großen Aufwand alle Ihre Kraftwerke in die Luft sprengen! Sie haben Bunnerong auf dem Wasser gebaut; Du hast den großen Turm in Wollongong auf dem Wasser gebaut ... die könnten dir bei einer Schießerei in einer Nacht deinen ganzen verdammten Strom ausblasen! Wo werden Sie die Waffen produzieren, wo wird Ihre Produktion sein, wenn die ganze Macht von New South Wales kaputt ist?“

Chif sagt: „Vielleicht kommst du damit durch ...“ Wenn Sie Evatt dazu bringen können, damit einverstanden zu sein – und wenn es einen Fall gibt, muss er ihn vor dem Obersten Gerichtshof ausfechten –, wenn Sie Evatt dazu bringen können, zuzustimmen, werde ich den ganzen Weg mit Ihnen gehen!“

47 Maria Korsnick, CEO von NEI, Treffen in Washington DC, 31. Januar 2023

48 Simon Michaux, Diskussion: Die Menge an Metallen, die für die Herstellung nur einer Generation erneuerbarer Technologien zum Ausstieg aus fossilen Brennstoffen erforderlich ist, Sustainable Minerals Institute, University of Queensland, 19. August 2022; Video verfügbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=MBVmnKuBocc>. Dieses Online-Universitätsseminar eines professionellen Geologen hat vielleicht das größte allgemeine Publikum an Vorträgen zu diesem Thema gewonnen.

- 49 Wie Dr. Jonny Hesthammer, ehemaliger Professor für Geologie und Geophysik an der Universität in Bergen und CEO M Vest Energy und Norsk Kjernekraft (norwegisch). Atomkraft), schreibt:
- „Von allen kohlenstoffarmen Quellen hat die Kernenergie den geringsten Platz- und Materialbedarf.“ Erneuerbare Energien haben eine viel geringere Leistungsdichte als andere nicht erneuerbare Energiequellen. „Solar- und Windenergie haben auch den höchsten Verbrauch an kritischen Metallen.“ —Jonny Hesthammer, Diagramm zum Flächen- und Materialverbrauch, 28. Oktober 2020, <https://energy.glex.no/feature-stories/area-and-material-consumption>
- 50 John van Zalk, Paul Behrens, Die räumliche Ausdehnung erneuerbarer und nicht erneuerbarer Energien Stromerzeugung: Eine Überprüfung und Metaanalyse der Leistungsdichten und ihrer Anwendung in den USA, **Energy Policy**, Band 123, 2018, S. 83-91, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.08.023>. Siehe auch <https://energy.glex.no/footprint>
- 51 Bill Gates, op.cit. S.59.
- 52 Wilson, What would be require for nuklearenergieanlagen, ab den 2030er Jahren in Australien in Betrieb zu sein, University of Queensland, 2021, fasst auf S. 13 die verschiedenen gesetzlichen Verbote zusammen, von denen das bekannteste S. 140A der Umwelt ist Gesetz zum Schutz und zur Erhaltung der biologischen Vielfalt von 1999 („EPBC-Gesetz“).
- 53 Die IEA folgt der Definition mit dieser Erklärung: „Energiesicherheit hat viele.“
- Aspekte: Bei der langfristigen Energiesicherheit geht es vor allem um rechtzeitige Investitionen zur Energieversorgung im Einklang mit wirtschaftlichen Entwicklungen und Umweltaforderungen. Andererseits konzentriert sich die kurzfristige Energiesicherheit auf die Fähigkeit des Energiesystems, umgehend auf plötzliche Veränderungen im Angebot-Nachfrage-Gleichgewicht zu reagieren. Die IEA arbeitet zu den spezifischen Themen Ölsicherheit, Stromsicherheit, Gassicherheit und Notfallübungen. Die IEA wurde als Reaktion auf Schwachstellen in der Energiesicherheit gegründet, die durch den ersten „Ölschock“ nach dem arabischen Ölembargo vom Oktober 1973 aufgedeckt wurden. Die IEA und ihre Mitgliedsländer unterhalten einen kollektiven Notfallreaktionsmechanismus (CERM), über den sie Öl verwalten Sicherheit, deren Kern strategische Vorräte oder Ölreserven sind.
- <https://www.iea.org/topics/energy-security> Zugriff am 16. April 2023
- 54 Diese Definition steht im Einklang mit wissenschaftlichen Erkenntnissen und dem Verständnis ingenieurwissenschaftlicher Prinzipien. Die Definition kann von technisch nicht versierten Personen verwendet werden, die möglicherweise für die Richtlinienentwicklung verantwortlich sind.
- 55 Diese Definition von Energiesicherheit wurde vom Autor erstmals am 12. Mai 2023 beim IPA Retreat im Hotel Canberra vorgestellt.
- 56 „Das Problem beginnt, wenn man anfängt, den Marktkapitalismus selbst als Religion zu behandeln ...“ Der Markt ist eher ein Mittel zum Zweck als ein Selbstzweck.“
- Ian Harper, Christian Morality and Market Freedom, 2003 Acton Lecture on Religion and Freedom, Centre for Independent Studies, Sydney.
- Harper (der mehr als ein Jahrzehnt später von der Bundesregierung zum Vorsitzenden einer Überprüfung der Wettbewerbspolitik ernannt wurde, über die im März 2015 berichtet wurde) argumentierte in seinem Vortrag von 2003, dass „wir unsere Reserven an kulturellem und moralischem Kapital schnell erschöpfen, Reserven, auf denen mehr als ...“ Unser kulturelles und moralisches Wohlergehen hängt davon ab.“
- 57 Yergin D. Gewährleistung der Energiesicherheit. **Auswärtige Angelegenheiten**. 2006; 85:69–82. Was Churchill „Vielfalt“ nannte, wird heute normalerweise als Vielfalt von Quellen und Transportwegen oder Versorgungslinien bezeichnet, aber das Grundkonzept ist dasselbe.

58 Sontag S und Drew, C, Blind Man's Bluff: The Untold Story of American Submarine espionage, Public Affairs, New York, 1998 bietet einen Bericht über die Rolle von Atom-U-Booten im Kalten Krieg.

59 Rockwell T, The Rickover Effect: How One Man Made A Difference, Naval Institute Press, 1992, bietet einen Bericht über die Entwicklung der ersten Kernreaktoren ab Januar 1947 und ihren Einsatz in U-Booten, beginnend mit dem Stapellauf der Nautilus im Januar 1955 und der Bau von September 1954 bis zur Inbetriebnahme im Mai 1958 des ersten kommerziellen Einzelkernreaktors mit 60 MWe in Amerika.

„Im Zusammenhang mit den internationalen „Atoms for Peace“-Konferenzen in Genf in den Jahren 1955 und 1958 ermutigte [Admiral Rickover] sein Volk, mit seinen Kollegen in den Laboratorien für Marinereaktoren zusammenzuarbeiten, um technische Dokumente als Mittel zur Freigabe und Veröffentlichung vorzubereiten die neu entwickelte Technologie der Marinereaktoren. Das Prunkstück dieser Reihe war ein vollständiger Band mit dem Titel „The Shippingport Pressurized Water Reactor“, der Teil der offiziellen US-Präsentationen wurde, die jeder Delegation auf der Konferenz von 1958 überreicht wurden.

Calder Hall im Vereinigten Königreich, ein 4 x 60 MWe-Kraftwerk, wurde 1956 in Betrieb genommen und war das weltweit erste großtechnische kommerzielle Kernkraftwerk, das in Betrieb ging. Dreadnought, Großbritanniens erstes Atom-U-Boot, das 1959–60 gebaut und 1963 in Dienst gestellt wurde, basierte auf dem Transfer amerikanischer Technologie im Rahmen des gegenseitigen Verteidigungsabkommens zwischen den USA und Großbritannien von 1958.

