



Impulspapier für die Deutsche Umwelthilfe

Was heißt eigentlich Versorgungssicherheit?
- Mit der Energiewende zu Sicherheit,
Verlässlichkeit und Stabilität

Inhalt

Dieses Impulspapier erörtert das energiewirtschaftliche Konzept der Versorgungssicherheit. Kapitel 2 beleuchtet dafür den Ursprung des Begriffes der Versorgungssicherheit und die Entwicklung der gesellschaftlichen und politischen Anwendung des Begriffes. Kapitel 3 vergleicht die verschiedenen Definitionen in Deutschland und auf europäischer Ebene und analysiert die verschiedenen Monitoringverfahren. Kapitel 4 befasst sich mit der Frage, welche Anforderungen ein zukünftiges Stromsystem erfüllen müssen, damit es

versorgungssicher und klimaneutral ist. Kapitel 5 diskutiert, welche Schlussfolgerungen sich aus der Analyse des Konzeptes Versorgungssicherheit ergeben. Kapitel 6 schlägt eine Zusammenführung der verschiedenen existierenden Elemente der Definitionen zu einer einheitlichen Definition von Versorgungssicherheit vor.

Veröffentlichung: 12. März 2024

Herausgeber

Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (FÖS)

Schwedenstraße 15a
13357 Berlin

Tel +49 (0) 30 76 23 991 – 30

Fax +49 (0) 30 76 23 991 – 59

www.foes.de - foes@foes.de

Über das FÖS

Das Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e.V. (FÖS) ist ein überparteilicher und unabhängiger politischer Think Tank. Wir setzen uns seit 1994 für eine Weiterentwicklung der sozialen Marktwirtschaft zu einer ökologisch-sozialen Marktwirtschaft ein und sind gegenüber Entscheidungsträger*innen und Multiplikator*innen Anstoßgeber wie Konsensstifter. Zu diesem Zweck werden eigene Forschungsvorhaben

durchgeführt, konkrete Konzepte entwickelt und durch Konferenzen, Hintergrundgespräche und Beiträge in die Debatte um eine moderne Umweltpolitik eingebracht. Das FÖS setzt sich für eine kontinuierliche ökologische Finanzreform ein, die die ökologische Zukunftsfähigkeit ebenso nachhaltig verbessert wie die Wirtschaftskraft.

Bildnachweise

Foto Titelseite: pexels.com

Versorgungssicherheit in der Transformation

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung: Versorgungssicherheit im Energiesektor	7
2	Versorgungssicherheit als politisches Konzept	8
2.1	Politische Begriffshistorie	8
2.2	Versorgungssicherheit als politische Debatte	8
2.3	Versorgungssicherheit als Projektionsfläche im Diskurs	9
3	Wie wird Versorgungssicherheit definiert und überprüft?	10
3.1	Definitionen von Versorgungssicherheit	10
3.1.1	European Environment Agency	11
3.1.2	Studie im Auftrag der EU-Kommission	11
3.1.3	ACER	11
3.1.4	ENTSO-E	11
3.1.5	BMWK	12
3.1.6	Bundesnetzagentur	12
3.1.7	DENA	13
3.1.8	IEA	13
3.2	Es gibt kein universelles Verständnis von Versorgungssicherheit	14
3.3	Monitoring: Wie wird Versorgungssicherheit überwacht?	15
3.3.1	Das probabilistische Verfahren	15
3.3.2	ACER-Bericht „Security of EU electricity supply“	17
3.3.3	European Resource Adequacy Assessment (ERAA)	17
3.3.4	ENTSO-E: Seasonal Outlook	18
3.3.5	BNetzA im Auftrag des BMWK	19
3.3.6	Kontinuitäts-Indikatoren	19
3.3.7	Risikovorsorgeplan	20
3.4	Versorgungssicherheits-monitorings: Gleiche Methodologie, verschiedene Ergebnisse	21
4	Wie wird ein klimaneutrales Stromsystem versorgungssicher?	22
4.1	Die Stromerzeugung muss so schnell wie möglich so erneuerbar wie möglich werden	22
4.1.1	Erneuerbare Energien	22
4.1.2	Gaskraftwerke	23
4.1.3	Reservekraftwerke	23
4.2	Effizienz, Sektorenkopplung Flexibilität, Lastverschiebung	24
4.3	Europäisches Verbundnetz	24
4.4	Mit dem Maßnahmenmix zum Ziel	25
5	Mit Klimaschutz zur Versorgungssicherheit	25
5.1	Ein erneuerbares System kann verlässlich sein	25
5.2	Der Versorgungssicherheitsbegriff ist dynamisch und politisch beeinflusst	25
5.3	Versorgungssicherheit ist relativ und subjektiv	26
5.4	Die Diskussion um Versorgungssicherheit muss präzise geführt werden	26
5.5	Versorgungssicherheit, Umweltverträglichkeit und Bezahlbarkeit setzen einander voraus	26
6	Empfehlung: Eine einheitliche Definition	27
6.1	Weitgefasste Definition	28
6.2	Systemadäquanz	28
6.3	Importsicherheit	28
6.4	Systemflexibilität	28
6.5	Systemstabilität	29
6.6	Miteinbezug von Umweltverträglichkeit und Bezahlbarkeit	29
	Literaturverzeichnis	30

Übersetzungen

Englisch	Deutsch
Adequacy	Angemessenheit, Adäquanz
Energy Security	Energiesicherheit
Generation Adequacy	Erzeugungsangemessenheit, Erzeugungsadäquanz
Transmission Adequacy	Übertragungsangemessenheit, Übertragungsadäquanz
System flexibility	Systemflexibilität
Security of supply	Versorgungssicherheit
System reliability	Systemverlässlichkeit
System security	Systemsicherheit

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ein Vorschlag für eine Versorgungssicherheitsdefinition	6
Abbildung 2: Das Energiepolitische Zieldreieck	8
Abbildung 3: Häufig genannte Elemente der Versorgungssicherheit	10
Abbildung 4: Versorgungssicherheitsdefinition von AF Mercados im Auftrag der EU-Kommission	11
Abbildung 5: Versorgungssicherheitsdefinition von ENTSO-E	12
Abbildung 6: Versorgungssicherheitsdefinition des BMWK	12
Abbildung 7: Versorgungssicherheitsdefinition der BNetzA	13
Abbildung 8: Versorgungssicherheitsdefinition der dena	13
Abbildung 9: Energiesicherheitsdefinition der IEA	14
Abbildung 10: Entwicklung des SAIDI 2006–2022 in Deutschland	20
Abbildung 11: Notwendiger PV- und Windzubau	23
Abbildung 12: Ein Vorschlag für eine Versorgungssicherheitsdefinition	28

Zusammenfassung der Ergebnisse

Versorgungssicherheit ist eines der zentralen Ziele der deutschen Energiepolitik. Versorgungssicherheit, Preisgünstigkeit und Umweltverträglichkeit bilden zusammen das **energiepolitische Zieldreieck**. In der Theorie sind alle Ziele gleichrangig. In der Praxis „stechen“ Argumente der Versorgungssicherheit jedoch häufig andere energiepolitische Ziele aus. Es scheint mitunter, als ob **Versorgungssicherheit zu Lasten des Klimaschutzes** priorisiert wird, obwohl die Klimakrise selbst die größte Bedrohung für eine sichere Versorgung wäre (vgl. ENTSO-E 2023a).

Historisch gesehen bezog sich Versorgungssicherheit auf die Verlässlichkeit von Importen von fossilen Kraftstoffen. Die Energiekrise im Jahr 2022 zeigte, dass die Abhängigkeit Deutschlands von russischem Gas die Achillesferse des deutschen Energiesystems war. Seit Anbeginn der Energiewende wird jedoch auch der Ausbau erneuerbarer Energien als Risiko für die Versorgungssicherheit betrachtet.

Kritiker befürchten, dass ein auf erneuerbaren Energien basierendes System nicht so verlässlich sei wie ein fossiles Energiesystem. So stehen Klimaschutz und erneuerbare Energien vermeintlich in einem Spannungsfeld zueinander. Studien und Modellierungen zeigen jedoch, dass ein **erneuerbares Stromsystem resilient und versorgungssicher** sein kann, wenn genügend **Flexibilitäten** vorhanden sind. Der gesellschaftliche und politische Versorgungssicherheitsbegriff fokussiert sich in Deutschland jedoch nach wie vor auf das Vorhandensein von „gesicherter Leistung“. Die auf EU-Ebene etablierte, probabilistische Methodologie erkennt den **Paradigmenwechsel von gesicherter Leistung hin zu verfügbarer Flexibilität** bereits an.

Die Diskussion um die klimafreundliche Transformation des Energiesystems wird dadurch erschwert, dass die gesellschaftliche und politische Diskussion um **Versorgungssicherheit einen Anspruch auf Absolutheit** hat: Bereits die Möglichkeit einer zeitlich begrenzten Liefereinschränkung wird oft mit einer Art **Blackout** gleichgesetzt, also einem kompletten Zusammenbruch der Energieversorgung. Tatsächlich ist ein solches Szenario in Deutschland mit mittlerweile über 50% erneuerbarer Energien im Stromsystem sehr unwahrscheinlich und **eine geringfügige Verschlechterung der Versorgungssicherheit hätte nicht zwangsläufig dramatische Folgen**. Offizielle Definitionen von Bundesnetzagentur und Bundeswirtschaftsministerium zeigen bereits, dass **Versorgungssicherheit kein absoluter Zustand** ist, sondern ein multidimensionales Ziel, welches in seiner Erreichung die Abwägung von verschiedenen Faktoren wie sozialer Gerechtigkeit, volkswirtschaftlichen Kosten und Umweltverträglichkeit voraussetzt.

Die **Versorgungssicherheitsdefinitionen** der relevanten Institutionen unterscheiden sich außerdem. Die meisten Definitionen von Versorgungssicherheit berücksichtigten die **Angemessenheit der Erzeugung** und die **Angemessenheit der Netze**. Darüber hinaus gibt es aber Unterschiede, ob Aspekte wie beispielsweise Systemstabilität oder Systemflexibilität miteinbezogen werden. Diese Ungenauigkeiten können die politische und gesellschaftliche Diskussion erschweren, da Akteure nicht immer das gleiche Verständnis von den verwendeten Begriffen haben.

Um den Stand der Versorgungssicherheit aktuell und in Zukunft zu evaluieren, werden regelmäßig verschiedene **Monitorings** durchgeführt. Obwohl sich die verschiedenen Verfahren auf die gleiche Methodologie beziehen, kommen sie teilweise zu unterschiedlichen Schlüssen und Empfehlungen. **Versorgungssicherheit** ist also auch von der **gewählten Bewertungsmatrix** und der **Interessenslage der Akteure abhängig**. Um Versorgungssicherheit in angemessener Art und Weise bei der Weiterentwicklung des Energiemarktdesigns zu berücksichtigen, muss das Konzept die Realität des Energiesystems widerspiegeln.

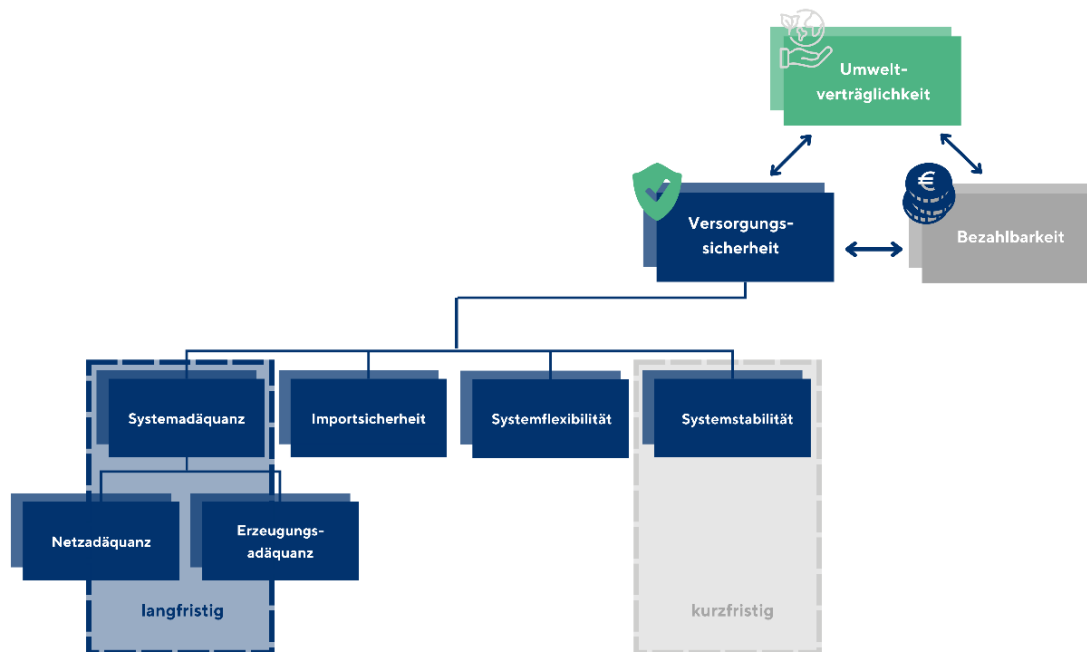
Dafür schlagen wir eine einheitliche Definition vor (siehe Kapitel 6 und Abbildung 1):

Versorgungssicherheit ist Teil des energiepolitischen Zieldreiecks, gemäß welchem neben Versorgungssicherheitsbelangen auch Umweltverträglichkeit und Bezahlbarkeit inhärente Ziele der Energiepolitik sind. Diese Ziele müssen, wenn nötig, gegeneinander abgewogen werden. Die drei Ziele bestehen jedoch nicht nur in einem Spannungsfeld zueinander, sondern sie bedingen einander ebenfalls. Ein Stromsystem mit extrem hohen Preisen, beispielsweise, würde nicht als versorgungssicher gelten ebenso können extreme Wetter szenarien in Folge der Klimakrise die Versorgungssicherheit gefährden.

In der von uns vorgeschlagenen Definition besteht Versorgungssicherheit aus vier Säulen:

- **Systemadäquanz**, welche die langfristig gemessene Angemessenheit der bestehenden Netz- und Erzeugungskapazitäten meint.
- **Importsicherheit**, also die Verfügbarkeit von Primärenergieträgern, sowie Stromimporten und kritischen Mineralien für die Energiewende.
- **Systemflexibilität** beschreibt die Fähigkeit des Systems, fluktuierende erneuerbare Energiemengen zu integrieren.
- **Systemstabilität** ist die kurzfristige Reaktionsfähigkeit des Systems, beispielsweise um Störungen schnell zu kompensieren.

Abbildung 1: Ein Vorschlag für eine Versorgungssicherheitsdefinition



Quelle: Eigene Darstellung

Die Kernaussagen auf einen Blick:

- Erneuerbare Energien stehen **nicht im Widerspruch zur Versorgungssicherheit**. Ein auf erneuerbaren Energien basierendes Stromsystem kann verlässlich, stabil und robust sein.
- Um Versorgungssicherheit angemessen in einem erneuerbaren Stromsystem zu beurteilen, muss auch der politische und gesellschaftliche Diskurs den auf technischer Ebene bereits vollzogenen **Paradigmenwechsel** abbilden.
- Der Versorgungssicherheitsbegriff hat sich in den **letzten Jahren immer wieder verändert** und wird von den aktuellen **politischen und gesellschaftlichen Prioritäten** beeinflusst.
- Versorgungssicherheit ist ein multidimensionales Ziel und das **politisch gewählte Maß der Versorgungssicherheit** ist eine **Frage der Abwägung** und nicht zuletzt von der gewählten Bewertungsmatrix abhängig.
- Das Verständnis für die **Relativität und Subjektivität von Versorgungssicherheit** muss auch im politischen und gesellschaftlichen Diskurs entwickelt, sowie differenzierter und deutlicher adressiert werden.
- Ein **gesellschaftliches Verständnis und eine präzise Verwendung der existierenden Begriffe** rund um Versorgungssicherheit sind notwendig.
- Eine **ausbleibende Transformation des Energiesystems stellt das größte Risiko** für die Versorgungssicherheit dar.

1 Einführung: Versorgungssicherheit im Energiesektor

Die Gewährleistung der **Versorgungssicherheit** ist ein zentrales Ziel der deutschen Energiepolitik. Zusammen mit den Zielen **Umweltverträglichkeit und Preisgünstigkeit** macht es das **energiepolitische Zieldreieck** aus. Obwohl diese Ziele gleichrangig im politischen Prozess zu beachten sind, wird Versorgungssicherheit oft priorisiert. Insbesondere zwischen den Zielen Umweltverträglichkeit und Versorgungssicherheit scheint in den letzten Jahren ein **Spannungsfeld** entstanden zu sein. Besonders der Ausbau erneuerbarer Energien und die Transformation des Energiesystems werden oft „im Interesse der Versorgungssicherheit“ ausgebremst. Im Hinblick auf die sich Jahr für Jahr verschärfende Klimakrise muss dieser **scheinbare Automatismus zu Lasten des Klimaschutzes** überprüft werden. Tatsächlich wäre ein **ausbleibender Klimaschutz** sowohl für die Verlässlichkeit als auch die Bezahlbarkeit der zukünftigen Energieversorgung fatal.

Grund für die Priorisierung von Versorgungssicherheit ist, dass Versorgungssicherheitsaspekte in der politischen und gesellschaftlichen Diskussion oft **als indiskutable „Blackbox“** dargestellt werden. Jedes potenzielle Versorgungssicherheitsrisiko wird schnell mit einer **Art Blackout gleichgesetzt**, welcher die **komplette Stromversorgung zum Erliegen** bringen kann und damit die gesellschaftliche Ordnung bedroht. Bei der Kommunikation der Versorgungssicherheitsrisiken schwingt also oft eine **unterschwellige Dramatisierung mit, die Ängste** schürt.

Tatsächlich unterteilt sich das Konzept der Versorgungssicherheit in **mehrere Dimensionen und technische Parameter**, deren zeitweise Einschränkung nicht automatisch ein Grund zur Sorge um den existenziellen Versorgungszustand darstellt.

Außerdem ist das Thema äußerst komplex und teilweise ungenau definiert. Auch welche Aspekte, Dimensionen und Sektoren überhaupt gemeint sind, wenn über Versorgungssicherheit gesprochen wird, ist unterschiedlich. Im Stromsystem wird Versorgungssicherheit schon lange auf der Basis **komplexer technischer Methodologien** evaluiert, welche ohne technisches Vorwissen nur schwer nachzuvollziehen sind.

Grundsätzlich gilt die **deutsche Stromversorgung als besonders versorgungssicher**. Kleinere Störungen können durch die Netzbetreiber durch die Anwendungen von Sicherheitsmechanismen, wie beispielsweise der Momentanreserve und der Nutzung von Regelenergie, schnell korrigiert werden. Auch Störungen im Stromnetz können normalerweise ohne größere Probleme umgangen werden, da in Deutschland Stromnetze so geplant werden, dass eine ausgefallene

Leitung jederzeit kompensiert werden kann (Next Kraftwerke 2023).

Im Jahr 2022, angesichts des **russischen Angriffskrieges**, rückte das Thema Versorgungssicherheit stärker in den Fokus der Öffentlichkeit. Die folgende Preiskrise und zeitweise Versorgungsengpässe machten deutlich, dass die **deutsche Abhängigkeit** von russischen Energieimporten ein signifikantes Versorgungssicherheitsrisiko darstellt. Als Reaktion auf die Krise beschloss die Bundesregierung, den Ausbau erneuerbarer Energien, auch aus Gründen der Versorgungssicherheit, massiv zu beschleunigen (Bundesregierung 2023; Bundestag 2022).

Paradoxerweise werden erneuerbare Energien in der Debatte jedoch oft weiterhin als Risiko für die Versorgungssicherheit eingestuft. Aufgrund der **Wetterabhängigkeit von Wind- und Solarenergieanlagen** stellen manche Akteure in Frage, inwieweit erneuerbare Energien selbst für ein versorgungssicheres System sorgen können.

Viele Studien zeigen grundsätzlich, dass ein **Stromsystem** aus überwiegend oder ausschließlich erneuerbaren Energien **leistungsfähig, stabil und sicher** sein kann (BDEW 2021; dena 2019, Agora Energiewende 2022; Prognos 2021). Trotzdem werden Laufzeiten von fossilen Kraftwerken verlängert und sogar neue Kraftwerke gebaut, um die Versorgungssicherheit zu verbessern (BMWK 2024). Dies geschieht, obwohl die Abhängigkeit von fossilen Importen selbst ebenfalls ein Versorgungssicherheitsrisiko darstellt.

Ein Blick in die Vergangenheit zeigt, dass das Argument der Versorgungssicherheit bereits mehrfach eingebracht wurde, um ein bestimmtes **energiepolitisches Vorgehen als alternativlos** darzustellen, oft um die **Subventionierung von fossilen Kapazitäten** zu rechtfertigen (bspw. Kohlesubventionierung seit den 1950er Jahren, AKW-Zubau in den 1970er Jahren, Debatte um AKW-Laufzeitverlängerungen 2022, etc.) (Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages 2022).

Um Versorgungssicherheit in angemessener Weise in der Weiterentwicklung des Energiemarktes zu berücksichtigen, ist eine **mehrdimensionale Auseinandersetzung mit dem Konzept** erforderlich.

Der Fokus dieses Impulspapiers liegt auf dem Stromsektor. Darüber hinaus gehende Aspekte, wie Importstrategien für fossile Energieträger und kritische Mineralien, welche ebenfalls relevant für die Versorgungssicherheit sein können, werden nicht im Detail diskutiert.

2 Versorgungssicherheit als politisches Konzept

Die Gewährleistung der Versorgungssicherheit ist ein zentrales Ziel der deutschen Energiepolitik. Gesetzeszweck des Energiewirtschaftsgesetzes ist es eine „möglichst **sichere, preisgünstige, verbraucherfreundliche, effiziente, umweltverträgliche und treibhausgasneutrale leitungsgebundene Versorgung** der Allgemeinheit mit Elektrizität, Gas und Wasserstoff, die zunehmend auf erneuerbaren Energien beruht“ bereitzustellen (Die Bundesregierung 2023).

2.1 Politische Begriffshistorie

Seit dem Beginn einer koordinierten Energiepolitik in Deutschland im 20. Jahrhundert, hatte diese maßgeblich die Gewährleistung der Versorgungssicherheit zum Ziel. Die Implikation des **Begriffes veränderte sich** über die Jahre aber immer wieder.

Das Inkrafttreten des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) im Jahr 1935 stellte den Beginn der expliziten staatlichen Regulierung der Energiewirtschaft dar. Es diente bereits dem erklärten Ziel, Energieversorgung „**sicher und billig**“ zu gestalten – und sollte so die deutsche Energiewirtschaft kriegsfest machen (Seeliger 2018). Das EnWG bestand in der ursprünglichen Fassung bis zur **Liberalisierung des Energiemarktes** 1998 fort. Es setzte vor allem regionale Monopole der Erzeuger und Versorger fest (z.B. Stadtwerke).

Die Monopolisierung ist unter anderem auch darauf zurückzuführen, dass das EnWG unter dem **Einfluss von Energiekonzernen** entstand. Diese waren es auch, die eine frühere Reform des Gesetzes in den Nachkriegsjahrzehnten wiederholt verhinderten, so z.B. 1973, als die SPD-geführte Regierung kartellrechtliche Änderungen anstrebte: Unter **Warnungen** der Energiewirtschaft **vor Einbußen in der Versorgungssicherheit** und -qualität fand das Vorhaben ein Ende (BBH-Blog 2011).

In den ersten Jahrzehnten der BRD stand dann vor allem die Dimension der **Preisgünstigkeit im Zentrum** deutscher Energiepolitik, da billige Energie als maßgeblich für den wirtschaftlichen Aufschwung nach dem zweiten Weltkrieg betrachtet wurde. Das resultierte in **breiter staatlicher Subventionierung** vor allem der heimischen **Kohlewirtschaft**, aber auch dem Aufbau der **Kernenergie und der Integration von Öl** in die Energieversorgung der BRD (Illing 2016).

Die staatliche Unterstützung der Kohle sollte günstigere Preise für Endkund*innen erreichen. Außerdem hatten die Subventionen auch strukturpolitische Motivationen: Günstiges Öl aus dem Ausland stellte ab den 1960er-Jahren eine große Konkurrenz zur heimischen Kohleförderung dar. Subventionen wurden in der

Folge eingesetzt, um **heimische Arbeitsplätze** in der Kohleförderung zu erhalten.

Mit den Ölkrisen der 1970er-Jahre spielte die ausreichende **Verfügbarkeit von Primärenergieträgern** eine kritische Rolle für die Versorgungssicherheit. Die nun spürbare internationale Abhängigkeit von Energieressourcen wie Öl führte zu einem Rückgriff auf nationale Energiereserven wie Kohle und zu einer Institutionalisierung der öffentlichen Kohlefinanzierung („Kohlepfennig“ als allgemeiner Preisaufschlag auf Kohlestrom) mit dem Argument der Gewährleistung von Versorgungssicherheit (Illing 2016). Damit wurde die **Ölkrise zu einem Referenzpunkt** der deutschen Energiepolitik und „Versorgungssicherheit“ zu einem gängigen Argument, um energiewirtschaftliche Interessen zu legitimieren.

Ein wachsendes Bewusstsein für **Umwelt- und Klimaproblematiken** führte ab den 1980ern dazu, dass auch in der Energiepolitik die Zielsetzungen erweitert wurden. Im dritten Energieforschungsprogramm 1991 wurden die noch **im alten EnWG verankerten Ziele** der Energieversorgung („sicher und billig“) um das Ziel der **Umweltverträglichkeit ergänzt** (BMW 1991). Das sogenannte „energiepolitische Zieldreieck“ war geboren (siehe Abbildung 2): Die drei Ziele stehen formal gleichrangig nebeneinander (Seeliger 2018). Der Begriff Umweltverträglichkeit umfasst auch den Klimaschutz, ist aber nicht darauf beschränkt.

Abbildung 2: Das Energiepolitische Zieldreieck



Quelle: Eigene Darstellung

2.2 Versorgungssicherheit als politische Debatte

Das Zieldreieck der Energieversorgung stand von Beginn an in einem **Spannungsfeld**. So formulierte der ehemalige Wirtschaftsminister Müller bereits im Energiebericht 2001: „Sehr ehrgeizige **Klimaschutzziele** für das Jahr 2020 stehen **in erheblichem Widerspruch** zu

den Zielen der Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit.“ Er warnt vor „gravierenden Konsequenzen“ ehrgeiziger Klimaziele, denn ein weitgehender Ausstieg aus der Kohlekraft widerspräche **„diametral dem Ziel der Versorgungssicherheit“** (BMW 2001).

Die formale Gleichrangigkeit der energiepolitischen Ziele wurde also von politischer Seite konkret infrage gestellt. Dies geschah in der jüngeren Vergangenheit häufig, meist durch die Betonung der **„übergeordneten“ Bedeutung der Versorgungssicherheit**.

Der Energie-Monitoringbericht 2014 des BMWi beispielsweise betont – trotz Feststellung der Gleichrangigkeit der drei energiepolitischen Ziele – die Unverzichtbarkeit speziell von Versorgungssicherheit und dass diese „besondere Aufmerksamkeit“ verdiene (BMW 2014). Passend dazu sprach sich Wirtschaftsminister Gabriel im selben Jahr gegen die Stilllegung von Kohlekraftwerken aus. In einem Positionspapier konstatierte er, Kohle- und Gasverstromung wären auf längere Sicht notwendig, um explodierende Stromkosten, Versorgungsunsicherheit und die Abwanderung großer Teile der Industrie zu verhindern (dpa 2014).

Ähnlich äußerte sich Wirtschaftsminister Altmaier im Jahr 2019. Er sagte, beim Kohleausstieg müssten die **Versorgungssicherheit und die Bezahlbarkeit von Strom ganz nach oben rücken**, um Arbeitsplätze und Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten (ZEIT 2019). Im Kontext der Energiekrise 2022 schließlich erklärte Klimaschutzminister Habeck, im Zweifel sei **Versorgungssicherheit wichtiger als Klimaschutz** (FAZ 2022).

Der Transformation des Energiesystems wurde auch von Netzbetreibern in der Vergangenheit mit Sorge um den Erhalt der Versorgungssicherheit begegnet: In der Folge des Atomausstieg-Beschlusses 2011 **warnen die Übertragungsnetzbetreiber** vor „großflächigen Blackouts“ (Bauchmüller/Szymanski 2011). Auch die **Industrie mahnte zur Vorsicht** beim Tempo der Energiewende. Im Jahr 2015 sah die Industrie- und Handelskammer (IHK) die Versorgungssicherheit durch einen „Klimabeitrag“ für alte Kohlekraftwerke in Gefahr (IHK 2015). 2021 warnte zudem der Netzbetreiber Amprion, es bestünde „eine erhebliche Gefahr (...) einer Reduzierung des heutigen Niveaus an Versorgungssicherheit und Systemrobustheit“ infolge eines vorgezogenen Kohleausstiegs (Amprion 2021). Der Energiekonzern EON sowie der Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) forderten, ebenfalls mit dem Argument der Versorgungssicherheit, den **Bau neuer Gaskraftwerke zur Kompensation** wegfallender Kohle- und Kernenergie (tagesschau.de 2021).

Demgegenüber steht die **Forderung nach einem Ausbau der Stromübertragungsnetze**. Dieser ist bei der Umstellung auf erneuerbare Energien für die Versorgungssicherheit ausschlaggebend. Der Bundesrech-

nungshof weist 2019 darauf hin, dass dieser nicht ausreichend sei und dementsprechend als Risiko für die Versorgungssicherheit gesehen werden kann. Neben dem Bau neuer fossiler Kraftwerke, gibt es dementsprechend die Möglichkeit durch verstärkten Netzausbau die Versorgungssicherheit zu stabilisieren (Bundesrechnungshof 2019). Zuletzt reagierte die Bundesregierung auf Sorgen um die Versorgungssicherheit im Zuge der **Gasmangellage** im Jahr 2022. Obwohl Atomkraft- und Kohlekraftwerke die Funktionen von Gaskraftwerken nur bedingt übernehmen können (Green Planet Energy 2022), beschloss die Bundesregierung in 2022 die geplante Stilllegung von Atomkraftwerken um dreieinhalb Monate zu verschieben. Kohlekraftwerke, welche eigentlich im April 2023 vom Netz gehen sollten, blieben außerdem ein zusätzliches Jahr in der Reserve (tagesschau.de 2021).

Viele **alarmistische Befürchtungen** aus der Vergangenheit stellten sich **im Nachhinein als falsch** heraus. Im Jahr 1993 beispielweise taten sich mehrere große Energieversorger Deutschlands für eine Kampagne zusammen, in der sie voraussagten, dass erneuerbare Energien **niemals mehr als 4% des Strombedarfs** bereitstellen können (Solarenergie Förderverein 2005). Auch Angela Merkel wiederholte diese Aussage als Umweltministerin (Solarenergie Förderverein 1997). Im Jahr 2005, als erneuerbare Energien bereits einen Anteil von 10% an der Stromversorgung hatten, sagte sie, dass sie einen Anteil von 20% erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in 2020 für unrealistisch hält (Solarenergie Förderverein 2005).

2.3 Versorgungssicherheit als Projektionsfläche im Diskurs

Die in Wirtschaft und Politik mithin **schlagworthaft geführte Debatte** um Versorgungssicherheit fand in den vergangenen Jahren teils starke Resonanz in verschiedenen gesellschaftlichen Strömungen. Die Akteure reichen dabei von der gesellschaftlichen Mitte bis in rechtsextreme Kreise.

Im Herbst 2022 machten sowohl Friedrich Merz als auch Markus Söder Schlagzeilen mit **Warnungen vor einem „Blackout“** aufgrund der Energiekrise und dem endgültigen Atomausstieg; die Äußerungen wurden im Nachgang von Fachleuten korrigiert und zurückgewiesen (Serif 2022). Ebenso sorgte eine missverständliche Äußerung des Präsidenten des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe für **zahlreiche alarmierte Presseberichte**, in denen das Zitat verkürzt und zu einer Erwartung von „Blackouts“ verzerrt wurde (Tschermak 2022). Die AfD wiederum initiierte im selben Zug die Website „Blackout-Melder“, die nachweisliche Falschinformationen über angebliche Stromkrisen verbreitete (Marinov 2022).

Nicht nur Medienberichte, sondern auch kulturelle Phänomene wie z.B. das als Serie verfilmte Buch „Blackout“ trugen zur **Popularisierung der Angst vor dem Stromausfall** bei. Diese wiederum wurde eines der zentralen Themen der rechtspopulistischen und verschwörungsgläubigen Szene in Deutschland (z.B. „Prepper“), da es aufgrund seiner Dramatik geeignet ist, die **staatliche Ordnung zu delegitimieren** (Heigl 2021). Neben **ideologischen Motiven** spielen dabei teilweise auch **finanzielle Interessen** eine Rolle, da die entsprechenden Akteure an Krisenprodukten verdienen (Kutzner 2022).

Auslöser für diesen Alarmismus können neben bewussten Falschinformationen auch offizielle Äußerungen, wissenschaftliche Berichte oder lokale Ereignisse sein, die dann im öffentlichen und medialen Diskurs durch Überspitzung, Missverständnisse oder Instrumentalisierung verzerrt werden. Ein klassisches Beispiel hierfür ist die **Gleichsetzung einer kurzfristigen Störung der Stromversorgung mit einem totalen Blackout**. Kurzfristige Störungen in der Stromversorgung treten häufig auf, können aber durch die Netzbetreiber meist innerhalb von Minuten oder Stunden behoben werden. Auch kontrollierte **Teilabschaltungen eines Netzes oder eine gezielte Lastreduktion**, sogenannte „Brown-Outs“, können eine Stromversorgungsunterbrechung zur Folge haben, welche **das Gesamtsystem nicht gefährden**. Auch das oft angeführte, irreführende Argument fehlender gesicherter Leistung kann eine solche Debatte anheizen.

Zusammenfassend wird deutlich: Der Begriff „Versorgungssicherheit“ ist komplex. Das spiegelt sich in seiner – historisch wie gegenwärtig – vielseitigen und teilweise **interessensgeleiteten Verwendung** wider. Während sein Ursprung in den dezentral monopolisierten Energiestrukturen des frühen 20. Jahrhunderts liegt und damals vor allem die **Sicherheit der Stromversorgung vor Angriffen von außen** meinte, bezog sich der Begriff während des sogenannten „Wirtschaftswunders“ auf die Fähigkeit des Stromsystems, die stetig wachsende Nachfrage jederzeit zu decken. Mit den Ölkrisen der 1970er wurde „Versorgungssicherheit“ zur Bezeichnung für die **Verfügbarkeit von Primärenergieträgern**.

Ab den 1990er-Jahren sowie auch in den letzten Jahren wurde „Versorgungssicherheit“ häufig mit **gesicherter Kapazität fossiler Stromerzeugung** gleichgesetzt und als Notwendigkeit betrachtet, deren Transformation Gefahren für Wirtschaft und Gesellschaft birgt. In der jüngeren Vergangenheit fungiert „Versorgungssicherheit“ damit als ein gängiges – in der präzisen Bedeutung oft **unklares – Schlagwort** energiepolitischer und anderer Debatten.

Eine Gemeinsamkeit aller **Verwendungen des Begriffs** ist allerdings, über die Zeit betrachtet, seine Vereinnahmung **zur Durchsetzung variabler politischer, gesellschaftlicher oder wirtschaftlicher Interessen**.

3 Wie wird Versorgungssicherheit definiert und überprüft?

Versorgungssicherheit im Stromsektor meint grundsätzlich, dass **alle Verbraucher*innen jederzeit ausreichend Strom beziehen können**. Dafür umfasst Versorgungssicherheit in der Regel eine Dimension, welche die **marktliche Bereitstellung** von Strommengen beschreibt und eine **netzseitige Dimension**. Oft umfasst Versorgungssicherheit auch eine **Sicherheits- oder Stabilitätsdimension**, welche eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegen kurzfristige Unwägbarkeiten meint (AF Mercados u. a. 2016; Bundesnetzagentur 2023a).

Abbildung 3: Häufig genannte Elemente der Versorgungssicherheit



Quelle: Eigene Darstellung

Die genauen Definitionen von Versorgungssicherheit unterscheiden sich hinsichtlich der Dimensionen, die sie umfassen. Außerdem unterscheiden sich die Methodologien und Standards, anhand welcher bemessen wird, wann Versorgungssicherheit als gefährdet bzw. gewährleistet eingestuft wird.

3.1 Definitionen von Versorgungssicherheit

Versorgungssicherheit ist eines der erklärten **Ziele nationaler Politik**, sowie der **Energiepolitik der EU** und der Energieunion. Gemäß der EU-Elektrizitätsbinnenmarktverordnung (Verordnung 2019/943) ist das „Ziel der Energieunion (...) Haushalte und Unternehmen mit

sicherer, gesicherter, nachhaltiger, wettbewerbsfähiger und erschwinglicher Energie zu versorgen“. Die Verordnung verpflichtet die Mitgliedstaaten dazu, die dafür notwendigen Maßnahmen zu treffen. Versorgungssicherheit wird ebenfalls in der Elektrizitätsbinnenmarkt-Richtlinie und der Erneuerbaren Energien Richtlinie vorausgesetzt (Europäische Union 2018; Europäische Union 2019a). Welches **Maß an Versorgungssicherheit** gewünscht ist, ist den **Mitgliedstaaten selbst überlassen**. Gemäß dem Subsidiaritätsprinzip ist die Definition und die Einhaltung von Versorgungssicherheitsstandards Sache der Mitgliedstaaten (ACER 2023a).

3.1.1 European Environment Agency

Die European Environment Agency definiert Versorgungssicherheit als die **Verfügbarkeit von Energie zu jeder Zeit in verschiedenen Formen, in ausreichenden Mengen und zu angemessenen und/oder erschwinglichen Preisen** (European Environment Agency).

3.1.2 Studie im Auftrag der EU-Kommission

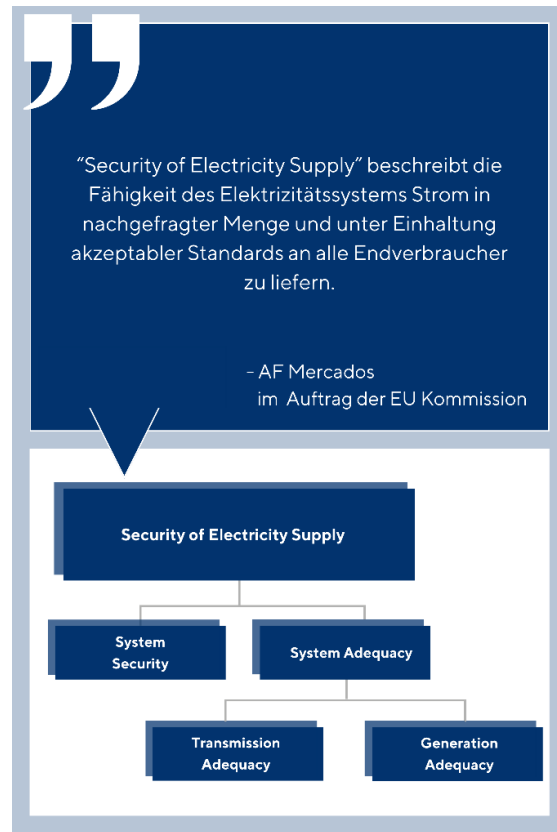
Um Versorgungssicherheit genauer zu definieren, beauftragte die EU-Kommission im Jahr 2016 eine Studie bei der spanischen Beratungsfirma AF-Mercados (vgl. AF Mercados u.a. 2016).

Der Studie zufolge ist **“Security of the electricity supply”** (Sicherheit der Elektrizitätsversorgung) ein Synonym für **“system reliability”**. Dieser Begriff bezeichnet die **Fähigkeit des Elektrizitätssystems**, Strom in nachgefragter Menge und unter Einhaltung **„akzeptabler Standards“ an alle Endverbraucher*innen zu liefern**.

Das Konzept „security of electricity supply“ besteht aus drei Dimensionen: Die Dimension **„Adequacy“** (Angemessenheit) setzt das Vorhandensein ausreichender **Erzeugungs- und Übertragungskapazitäten** („Transmission adequacy“ und „generation adequacy“) voraus. Um dieses Kriterium zu erfüllen, muss der Energiebedarf unter normalen oder ungewöhnlichen Bedingungen, z.B. einer unerwartet hohen Nachfrage oder geringer Verfügbarkeit erneuerbarer Ressourcen, gedeckt werden können.

Die zweite Dimension von „Security of the electricity supply „oder „system reliability“ ist **„system security“** (Systemsicherheit). Damit ist die kurzfristige Widerstandsfähigkeit des Stromsystems gegen Störungen gemeint (AF Mercados u. a. 2016) (siehe Abbildung 4).

Abbildung 4: Versorgungssicherheitsdefinition von AF Mercados im Auftrag der EU-Kommission



3.1.3 ACER

Auf europäischer Ebene spielt die Behörde ACER (Agency for the Cooperation of Energy Regulators) eine entscheidende Rolle für die Regulierung des Europäischen Energiemarktes. Die Gewährleistung der Versorgungssicherheit ist dabei ein Ziel.

ACER selbst stellt **keine explizite Definition** von Versorgungssicherheit auf, sondern verweist auf die Einhaltung der durch die Mitgliedstaaten individuell bestimmten **Zuverlässigkeitsstandards**, den sogenannten RS („reliability standard“) (siehe Textbox 3)(ACER 2023b).

3.1.4 ENTSO-E

ENTSO-E ist der Verband der Europäischen Übertragungsnetzbetreiber. Dieser hat das Ziel die optimale Funktionsweise und Entwicklung der europäischen, vernetzten Strommärkte zu ermöglichen.

Nach ENTSO-E umfasst **„security of supply“** (Sicherheit der Versorgung) drei Aspekte: **„System adequacy to meet demand“** (System-Angemessenheit zur Nachfragedeckung) ist die jederzeit zur Deckung der Nachfrage **ausreichende Erzeugungs- und Übertragungskapazität** des Stromsystems. **„System flexibility“** (Systemflexibilität) bezeichnet die Fähigkeit des

Stromsystems, hohe nicht-steuerbare („non-dispatchable“) Erzeugung auszubalancieren. „**System stability**“ ist die Fähigkeit des Stromsystems, nach Störungen wieder betriebsfähig zu werden (ENTSO-E 2023b) (siehe Abbildung 5).

Abbildung 5: Versorgungssicherheitsdefinition von ENTSO-E



3.1.5 BMWK

Das Bundesministerium für Wirtschaft, Energie und Klimaschutz definiert Versorgungssicherheit als „**die angemessene Deckung des Strombedarfs**“, die „maßgeblich von der **vorhandenen Stromerzeugung**, den **Möglichkeiten zum Stromtransport** und der **Verfügbarkeit von Energieträgern** für die Stromerzeugung beeinflusst [wird].“ (BMWi 2019) (siehe Abbildung 6).

Abbildung 6: Versorgungssicherheitsdefinition des BMWK



3.1.6 Bundesnetzagentur

Die **Bundesnetzagentur** beschreibt ihre Definition im Rahmen des Monitorings der Versorgungssicherheit. Für die Bundesnetzagentur umfasst Versorgungssicherheit die **Deckung der Nachfrage** nach Strom **heute und in Zukunft** in **volkswirtschaftlich effizientem Maß** und deren Absicherung durch eine **ausreichende** Dimensionierung der **Netzinfrastruktur** (Bundesnetzagentur 2023a) (siehe Abbildung 7).

Abbildung 7: Versorgungssicherheitsdefinition der BNetzA

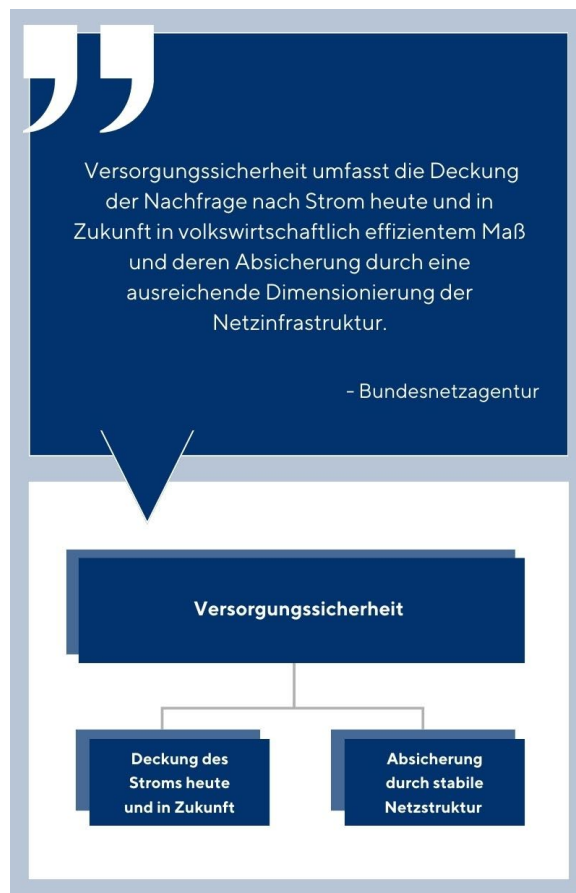


Abbildung 8: Versorgungssicherheitsdefinition der dena



3.1.7 DENA

Die Definition der Deutschen Energie-Agentur (dena) entstand im Rahmen der dena-Plattform Systemdienstleistungen mit Unterstützung der deutschen Übertragungsnetzbetreiber.

Die Studie definiert das Konzept „**Versorgungssicherheit und -zuverlässigkeit**“ als die **Gewährleistung langfristiger Nachfragedeckung** („Systemadäquanz“) und **kurzfristiger Widerstandsfähigkeit** („Systemicherheit und -stabilität“) des Stromsystems. Systemadäquanz umfasst dabei „Erzeugungsadäquanz“ (Sicherstellen der Stromproduktion) und „Netzadäquanz“ (Vorhalten erforderlicher Transportkapazität). **Systemicherheit und -stabilität** gliedert sich in „**Systemdienstleistungen**“ (Beherrschung betrieblicher Vorgänge), „**Maßnahmen der Systemstabilität**“ (Aufrechterhaltung des Systembetriebs) und „**Systemische Anforderungen an die technischen Fähigkeiten und Robustheit von Betriebsmitteln**“ (dena 2019).

Die Definition der dena **differenziert** die Dimensionen von Versorgungssicherheit auch **auf Basis der betrachteten Zeithorizonte**. Die **Systemadäquanz** ist dabei **die langfristige und statische Komponente**, während die **Systemstabilität** als **kurzfristig und dynamisch** kategorisiert wird.

3.1.8 IEA

Die Internationale Energieagentur (IEA) nutzt den Begriff „**energy security**“ (Energiesicherheit), um die **Verlässlichkeit und Sicherheit der Energieversorgung** zu beschreiben.

Die Begriffe Energiesicherheit und Versorgungssicherheit sind in der Literatur nicht präzise voneinander abgegrenzt. Teilweise werden sie synonym genutzt, teilweise drückt der Begriff Energiesicherheit einen stärkeren Fokus auf den Schutz gegen Angriffe von außen oder auf die Abhängigkeit von Importen aus (vgl. adelphi consult u. a. 2007; Europäisches Parlament 2019; Stiftung Wissenschaft und Politik 2008).

Die IAE unterteilt den Begriff Energiesicherheit in drei Bereiche. „**Adequacy**“ (Angemessenheit) ist die Fähigkeit des Stromsystems, die gesamte Nachfrage unter normalen Bedingungen jederzeit zu decken. „**Operational security**“ (operative Sicherheit) beinhaltet die Fähigkeit des Stromsystems, den Normalbetrieb aufrechtzuerhalten oder ihn nach Störungen wiederherzustellen. „**Resilience**“ (Resilienz) beschreibt die Fähigkeit des Stromsystems, außergewöhnlichen kurzfristigen Schocks und langfristigen Veränderungen standzuhalten (IEA 2020).

Abbildung 9: Energiesicherheitsdefinition der IEA



3.2 Es gibt kein universelles Verständnis von Versorgungssicherheit

Allein die verschiedenen Definitionen der offiziellen Institutionen auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene zeigen, dass es **kein universell gültiges Verständnis** von Versorgungssicherheit gibt.

Die meisten Definitionen umfassen eine **Erzeugungsdimension**, welche sich auf die Angemessenheit der zur Verfügung stehenden Leistung fokussiert (Erzeugungsadäquanz), sowie eine **netzzeitige Dimension**, welche die Angemessenheit der Stromtransportkapazitäten berücksichtigt (Netxadäquanz). Teilweise werden diese beiden Aspekte unter dem Begriff der **Sys-**

temadäquanz zusammengefasst. Der Versorgungssicherheitsbegriff der **Bundesnetzagentur** beschränkt sich auf die Betrachtung von Netz und Markt und **setzt Versorgungssicherheit mit Systemadäquanz gleich**.

Andere Definitionen umfassen neben der Systemadäquanz weitere Aspekte:

- Die Definitionen der im Auftrag der EU-Kommission erstellten Studie, der dena und von ENTSO-E berücksichtigen den Aspekt der **Systemsicherheit bzw. Systemstabilität**.
- Die Definition von **ENTSO-E** berücksichtigt als einziges die „**Systemflexibilität**“, also die **Integration von erneuerbaren Energien** in das System als eigenständige Säule der Versorgungssicherheit.
- Die dena berücksichtigt den Aspekt der Flexibilität indirekt durch die Nennung von **Systemdienstleistungen** als Teil der Stabilitäts- und Sicherheitsdimension.
- Die dena unterscheidet in ihrer Definition außerdem zwischen den **Zeithorizonten**. Die Angemessenheit von Erzeugung und Netz (Systemadäquanz) ist dementsprechend langfristig und statisch. Die Systemstabilität ist dagegen kurzfristig und dynamisch.
- Die Definition des **BMWKs** enthält neben der Dimension der Systemadäquanz den Aspekt der **Verfügbarkeit von Primärenergieträgern**.

Andere Akteure, wie die BNetzA, ENTSO-E und die EU-Kommission führen den Aspekt der Importsicherheit oder der Verfügbarkeit von Primärenergieträgern nicht als eigenständige Säule in ihren Definitionen auf. Eine Nicht-Verfügbarkeit von notwendigen Primärenergieträgern würde jedoch die Angemessenheit der Ressourcen negativ beeinflussen und somit auch gemäß dieser Definitionen auf die Versorgungssicherheit Einfluss nehmen. In der EU wird der Aspekt der Verfügbarkeit von Primärenergieträgern, sowie die Resilienz und Robustheit des Systems gegenüber unvorhersehbaren Ereignissen wie Naturkatastrophen und Angriffen unter einer eigenständigen Verordnung über die Risikovorsorge im Elektrizitätssektor geregelt (Europäische Union 2019b).

Die verschiedenen Definitionen zeigen, dass die **unterschiedlichen Akteure verschiedene Schwerpunkte** in ihrer Betrachtung des Themas Versorgungssicherheit setzen. Diese **subjektiven Zuschnitte des Themas** müssen sprachlich deutlich gemacht werden, um Missverständnisse im politischen und gesellschaftlichen Diskurs zu vermeiden.

Die Definition der Bundesnetzagentur sieht außerdem eine Gewährleistung in „**angemessenem Maße**“ vor. Damit wird deutlich, dass Versorgungssicherheit **kein**

„**absoluter Zustand**“ ist, sondern das Maß an angestrebter Versorgungssicherheit in Relation zu anderen Faktoren, z.B. der Wirtschaftlichkeit und der Umweltverträglichkeit, abgewogen wird.

Die Bewertung des SAIDI zeigt zum Beispiel an, dass eine durchschnittliche Unterbrechung von einigen Minuten ein sehr gutes Ergebnis ist und eine ausreichende Verlässlichkeit darstellt. Eine SAIDI von null Minuten wird nicht explizit angestrebt (siehe Kapitel 3.3.6).

3.3 Monitoring: Wie wird Versorgungssicherheit überwacht?

Um die Versorgungssicherheit innerhalb der EU zu gewährleisten, gibt es **verschiedene Monitoringprozesse**. Monitorings werden unter anderem durch ENTSO-E und durch ACER durchgeführt. Auf nationaler Ebene sind BMWK und BNetzA für die Überwachung der Versorgungssicherheit verantwortlich.

Das EU-weite Monitoring der Versorgungssicherheit liegt in der Verantwortung von ACER. Mit dem vollständigen Inkrafttreten des „**Clean Energy Package**“ 2019 wurde die **Rolle von ACER** für das Versorgungsicherheitsmonitoring erweitert (Verordnung (EU) 2019/942) (Europäische Union 2019c).

Diese Verordnung verpflichtet ACER, einen **jährlichen Bericht über Stand und Entwicklung** der Versorgungssicherheit in den EU-Mitgliedstaaten unter der Maßgabe der Einhaltung der regulatorischen Standards zu veröffentlichen. Der Report „Security of EU electricity supply“ erschien erstmals 2022 (ACER 2022). Außerdem überwacht ACER gemäß der Strombinnenmarktverordnung die Erstellung des „**European Resource Adequacy Assessment**“ (ERAA) und der „**Seasonal Outlooks**“ durch ENTSO-E (Europäische Union 2019a).

ACER entwickelte neue **methodologische Standards** für die Bewertung der Versorgungssicherheit innerhalb der EU auf Basis eines probabilistischen Verfahrens (siehe Kapitel 3.3.1). Diese **wurden 2020 eingeführt** und sollen die **verschiedenen Monitoringverfahren vereinheitlichen**, die sowohl von nationalen Behörden und Akteuren als auch europaweit durchgeführt werden. Die neuen Methodologien werden u.a. im ERAA (siehe Kapitel 3.3.3), dem Seasonal Outlooks (siehe Kapitel 3.3.4) und dem Bericht der Bundesnetzagentur (Kapitel 3.3.5) angewendet.

Das BMWK führt gemäß § 51 Abs. 1 des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) ein fortlaufendes Monitoring der Versorgungssicherheit im Elektrizitätssektor durch. Nach § 63 Abs. 2 EnWG ist ein zugehöriger Monitoringbericht zur Versorgungssicherheit mindestens

alle zwei Jahre zu erstellen. Mit dem Bericht soll die bestehende Versorgungssituation bewertet und ihre künftige Entwicklung untersucht werden.

3.3.1 Das probabilistische Verfahren

In der Vergangenheit wurde die Versorgungssicherheit anhand einer **Leistungsbilanz** beurteilt. Dabei wird die Last, also der Strombedarf, mit der gesicherten Leistung, also den jederzeit zur Verfügung stehenden Stromproduktionskapazitäten, verglichen. Dieses Vorgehen wird als **deterministisches Verfahren** bezeichnet. Der Strombedarf wird anhand der sogenannten **Jahreshöchstlast** ermittelt. Dies bedeutet, dass die Viertelstunde im Jahr ermittelt wird, in welcher der Stromverbrauch am höchsten ist. Dies ist in der Regel an einem Abend im Winter. Dieser **konventionelle Ansatz** zur Beurteilung der Versorgungssicherheit ist für ein zunehmend auf **erneuerbaren Energien basierendem System nicht geeignet**.

Erneuerbare Energien gelten gemäß der deterministischen Methodologie **nicht als gesicherte Kapazitäten**, da sie wetterabhängig fluktuieren können. Somit werden z.B. nur 1% der installierten Erzeugungskapazitäten für Windenergie als gesicherte Kapazität in der Bilanz berücksichtigt. Gleichzeitig wird die **Nachfrage als starr und unflexibel** betrachtet und es werden **keine ausgleichenden Effekte** mit Nachbarländern berücksichtigt.

Um die steigende Komplexität und Flexibilität des Stromsystems angemessen abzubilden, wurde EU-weit auf das **probabilistische Verfahren** umgestellt.

Demnach wird die Versorgungssicherheit anhand **wahrscheinlichkeitsbasierter Analysen** festgestellt. Dabei wird die aktuelle und zukünftige Sicherheit, Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit der Netze, unter Berücksichtigung der langfristigen Netzanalyse der Übertragungsnetzbetreiber, einbezogen (gemäß § 51 Abs. 4 EnWG, Verordnung (EU) 2019/943). Außerdem werden Ausgleichseffekte mit Nachbarstaaten, sowie **Flexibilitäten in den Formen von Stromspeichern und möglichen Verbrauchsanpassungen** berücksichtigt.

In der sogenannte **Monte-Carlo Modellierung** wird die Stromversorgung stündlich unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Parametern (z.B. Windgeschwindigkeit, Temperatur, Sonneneinstrahlung) simuliert. Mit **Einbezug von Wahrscheinlichkeiten in Erzeugung und Verbrauch kann ermittelt werden**, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Nachfrage nicht gedeckt werden kann. Die **zentralen Parameter LOLE** (loss of load expectation) (siehe Textbox 1) und **EENS** (expected energy not supplied) (siehe Textbox 2) zeigen den Umfang von **erwarteten Deckungslücken** an.

Textbox 1: LOLE

LOLE („loss of load expectation“, in h/a) ist die Summe der erwarteten Stunden im Jahr, in welchen das Stromangebot am Markt nicht ausreicht, um das Angebot zu decken. Je höher der ermittelte LOLE-Wert, desto länger besteht jährlich eine prognostizierte Diskrepanz zwischen Angebot und Nachfrage: LOLE quantifiziert damit einen Aspekt der Versorgungssicherheit.

Der Indikator ist dabei aber keine Vorhersage von Stromausfällen, sondern eine Prognose über die Notwendigkeit des Einsatzes von Instrumenten, die nicht Teil des Marktgeschehens sind, wie z.B. in Deutschland die Kapazitätsreserve.

Textbox 2: EENS

EENS („expected energy not supplied“, in MWh/a) ist die Summe der erwarteten jährlichen Energiemenge, die trotz Nachfrage nicht geliefert werden kann. EENS bezieht sich in der ACER-Methodologie auf die Erzeugungsseite, ausbleibende Lieferungen aufgrund von Netzstörungen werden nicht berücksichtigt.

Der Indikator wird zusätzlich zu LOLE herangezogen, um die Dimensionen zusätzlich erforderlicher Kapazitäten beschreiben zu können.

Anhand einheitlicher Referenzszenarien über die Entwicklung des Stromsystems **identifiziert ENTSO-E mögliche Versorgungsrisiken und deren Ausmaß**. Das Kriterium für die Bewertung der Versorgungssicherheit ist der sogenannte **Zuverlässigkeitsstandard RS** („reliability standard“, siehe Textbox 3).

Textbox 3: Der Zuverlässigkeitsstandard RS

Der Reliability Standard (RS) beschreibt das volkswirtschaftlich optimale Niveau der Stromversorgungssicherheit in jedem Mitgliedstaat in erwarteter Lastunterdeckung in Stunden pro Jahr (LOLE in h/a).

Der individuell angestrebte RS wird von den Mitgliedstaaten selbst festgelegt, da die dem RS zugrundeliegenden Parameter variieren.

Aus der Differenz der gesamten erwarteten jährlichen Lastunterdeckung LOLE und dem Zuverlässigkeitsstandard RS ergibt sich der Mindestkapazitätsbedarf für den Zubau von Energieerzeugungsanlagen.

Liegt der jeweils ermittelte LOLE-Wert unter oder auf dem Zuverlässigkeitsstandard, so gilt der Standard als eingehalten und die Versorgungssicherheit als ausreichend gewährleistet. Bei Überschreitung – also Nichteinhaltung – des RS zeigt die Größe der Differenz zwischen RS und ermitteltem LOLE-Wert den prognostizierten Grad der Unsicherheit der Stromversorgung an.

Der RS wiederum ergibt sich aus dem Verhältnis der ökonomischen Variablen **CONE (cost of new entry)** und **VOLL (value of lost load)** (ACER 2020a).

CONE beschreibt die **Kosten, die durch das Bedienen der Stromnachfrage am Markt** entstehen. Die Nachfragedeckung kann durch verschiedene flexible Technologien erfolgen, z. B. neue Erzeugungsanlagen oder Optionen zur Lastverschiebung. Je nach Technologie entstehen unterschiedliche Kosten, wobei die jeweils günstigste Lösung für die Berechnung des RS herangezogen wird.

Demgegenüber steht VOLL. Dieser Indikator misst die **Zahlungsbereitschaft der Endverbraucher*innen** für die Verhinderung von Stromlieferungsunterbrechungen. VOLL ist also der Wert, den Stromkund*innen der Energie beimessen, die trotz Nachfrage nicht geliefert werden kann.

Übersteigen die Kosten des zusätzlichen Stromangebots (zur Verhinderung von Nicht-Versorgung) die Zahlungsbereitschaft der Endverbraucher*innen, ist es **effizienter, die Lastunterdeckung hinzunehmen**, da deren Deckung nicht rentabel wäre. Der RS markiert dieses **Effizienzmaximum**. Das bedeutet allerdings nicht, dass es tatsächlich zu der über den RS ermittelten Anzahl an Stunden mit Stromunterbrechung kommt: Stattdessen zeigt der RS vielmehr den Bedarf an **außermarktlichen Reservekapazitäten** an.

Aufgrund der je nach Region verschiedenen Kosten der Nachfragedeckung und **Zahlungsbereitschaft variiert der RS teils stark** zwischen verschiedenen Mitgliedstaaten (siehe Textbox 4).

Textbox 4: RS-Werte in der EU (2022)

Mitgliedstaat	RS in LOLE
SWE	1,00
FIN	2,10
DEU, LUX	2,77
BEL, FRA, GRC, ITA, POL	3,00
NLD	4,00
PRT, (DNK) ¹	5,00
IRL, LTU	8,0
EST	9,00
CZE	15,00

Quelle: ERAA 2022

¹ Dänemark nutzt für den Zuverlässigkeitsstandard RS LOLE in „outage minutes“ pro Jahr, alle anderen in

der Tabelle aufgeführten Mitgliedstaaten hingegen LOLE in Stunden pro Jahr

3.3.2 ACER-Bericht „Security of EU electricity supply“

Das „Clean Energy Package 2019“ reformierte die regulatorischen Grundlagen für die Stromversorgung in der EU. Im Kontext der Versorgungssicherheit steht zunächst insbesondere die Überprüfung der **Einhaltung und Implementierung der neuen „Adequacy“-Methodologie** im Zentrum der jährlichen Berichte von ACER (ACER 2022). Darüber hinaus werden darin konkrete **versorgungssicherheitsrelevante Ereignisse und Situationen** wie z.B. die Energiekrise sowie Maßnahmen zur Gewährleistung von Versorgungssicherheit wie z.B. Kapazitätsmechanismen oder Lastmanagement untersucht.

ACER erhebt in diesem Monitoringverfahren **keine eigenen Daten**, sondern greift auf solche zurück, die von den **nationalen Behörden** zur Verfügung gestellt werden. Anders als andere Monitoringverfahren ist der Bericht **nicht prognostisch ausgerichtet, sondern evaluiert rückblickend** die tatsächliche Situation der Versorgungssicherheit. Davon ausgehend formuliert ACER **konkrete Empfehlungen und Forderungen** zur Verbesserung der Versorgungssicherheit für die Mitgliedsstaaten. Diese haben einen eher regulatorischen als technischen Charakter.

ACER-Bericht „Security of Supply“ 2023

Der aktuellste Bericht wurde im **Oktober 2023** veröffentlicht und betrifft die EU-Versorgungssicherheit 2022 (vgl. ACER 2023b). Darin wurde ein Fokus auf nationale Kapazitätsmechanismen gelegt. Der Report befand unter anderem:

- Die **Integration des europäischen Elektrizitätsbinnenmarkts** trägt zur Versorgungssicherheit z.B. in der Energiekrise bei und muss intensiviert werden, insbesondere durch verstärkten grenzüberschreitenden Stromhandel.
- Die **Anwendung der festgelegten „Adequacy“-Standards ist mangelhaft** und uneinheitlich, mehrere Mitgliedsstaaten halten sich bisher nicht angemessen an die methodologischen Standards. Auch deshalb ist das ERAA (siehe Kapitel 4.1.2) nach ACER noch nicht ausgereift genug und damit ungeeignet für die Bestimmung von Maßnahmen zur Versorgungssicherheit.
- Die verschiedenen **Kapazitätsmechanismen** werden zunehmend teurer und **riskieren teilweise langfristige fossile Abhängigkeiten**, die die Transformation behindern können. Zudem sind viele der Mechanismen (z.B. auch in Deutschland) marktlich nicht eingebunden und führen so zu einer Verzerrung und Fragmentierung des europäischen Strommarkts. Das kann laut ACER die Versorgungssicherheit gefährden (ACER 2023b).

3.3.3 European Resource Adequacy Assessment (ERAA)

Das **European Resource Adequacy Assessment (ERAA)** wird seit 2021 jährlich vom Verband der **europäischen Übertragungsnetzbetreibern (ENTSO-E)** durchgeführt. Die rechtliche Basis dafür sind Art. 23 Elektrizitätsbinnenmarktverordnung und Art. 8 der EU-Verordnung 2019/941 zur Risikovorsorge im Elektrizitätssektor. **Der Bericht ist prognostisch und umfasst den Zeitraum der nächsten zehn Jahre.** Das ERAA löste den European Mid-term Adequacy Forecast ab (ENTSO-E 2022).

ENTSO-E untersucht im ERAA die Dimension der **Systemadäquanz**, also den Ausgleich von Angebot und Nachfrage sowie die zur Verfügung stehenden Netzkapazitäten und Flexibilitätsoptionen (ENTSO-E o.J.). Das Ziel des ERAA ist es, mögliche **langfristige Schwächen des Stromsystems** zu identifizieren und damit die planerische Grundlage für entsprechende Investitions- und Regulierungsentscheidungen zu legen.

Krisensituationen wie Naturkatastrophen oder geopolitische Krisen werden im ERAA nicht berücksichtigt. Diese Aspekte werden durch Verfahren im Rahmen der staatlichen Risikovorsorge nach EU-Verordnung 2019/941 analysiert.

Das ERAA wendet die neue Methodologie an, die von ACER 2020 eingeführt wurde. Dieses nutzt ein **probabilistisches Verfahren** (siehe Kapitel. 3.3.1)

Der ERAA 2022

Im ERAA 2022 stellt ENTSO-E fest, dass es in Europa in den nächsten zehn Jahren zu **Versorgungssicherheitsrisiken** kommen kann, da eine signifikante Menge an **fossil betriebener Kapazitäten** Gefahr laufen, **wirtschaftlich unrentabel** zu werden. Die Übertragungsnetzbetreiber sprechen sich daher dafür für Anreize und gezielte Eingriffe, um Versorgungsrisiken zu vermeiden.

Besonders in Deutschland, Italien, dem Vereinigten Königreich, Griechenland und Spanien bestehe ein Risiko für die Versorgungssicherheit. Gemäß der Autor*innen des ERAA sollen dort in Zukunft **Kapazitätsmechanismen** in Erwägung gezogen werden (ENTSO-E 2022).

Gemäß der gesetzlichen Grundlage (Verordnung 2019/942) muss ACER das ERAA annehmen. ACER stellte jedoch **wesentliche Mängel am ERAA** fest. ACER **wies den Bericht entsprechend zurück** und nahm den Bericht 2022, wie auch im Vorjahr, **nicht an**. Die Mängel wurden außerdem als zu wesentlich betrachtet, als dass Änderungen von ACER hätten erarbeitet werden können.

ENTSO-E wurde bereits während der Erarbeitung des Berichts kritisiert. Électricité de France und Iberdrola beklagten einen **Mangel an Transparenz** und forderten Verbesserungen der Modellierung. Deutschland

wies ebenfalls darauf hin, dass das ERAA **methodologische Mängel** aufweist, die den **Wert ihrer Ergebnisse einschränken** und den Vergleich mit nationalen Bewertungen erschweren.

ACER kritisierte ENTSO-E insbesondere für die **Vernachlässigung der Ziele für erneuerbare Energien** gemäß "Fit for 55" und **methodologische Inkonsistenzen**. ACER stellte außerdem fest, dass ENTSO-E die **wirtschaftliche Rentabilität von Kraftwerken am Strommarkt fehlerhaft beurteilte** und die grenzübergreifenden Kapazitäten unzureichend berücksichtigte. ACER zufolge liefert das ERAA 2022 dementsprechend **keine vollständig objektive Grundlage** zur Beurteilung der Versorgungssicherheit (ACER 2023c).

Der ERAA 2023

Im Dezember 2023 stellte ENTSO-E den ERAA 2023 vor. Die Autor*innen kommen zu dem Schluss, dass in den nächsten fünf Jahren **große Mengen an fossilen Erzeugungskapazitäten unrentabel** werden könnten, was wiederum ein Versorgungsrisiko darstellen könne. Um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten seien gezielte Anreize notwendig. Besonders in Zentral- und Nordeuropa käme es sonst zu einem Mangel an Investitionen. Inselstaaten seien ebenfalls besonders betroffen. **Extreme Wetterszenarien können die Verlässlichkeit der Erzeugung ebenfalls bedrohen**.

Außerdem stellt der Bericht fest, dass die Angemessenheit der Ressourcen zu einem hohen Maße von der Lage in den Nachbarländern ab. Daher sei die **regionale Koordination** entscheidend.

Um fluktuierende EE-Produktion auszugleichen, braucht es **neue Flexibilitätsmechanismen**, z.B. um Verbräuche zu flexibilisieren (ENTSO-E 2023c).

ACER wird innerhalb von drei Monaten, bis zum 15. März 2024, um eine Entscheidung bezüglich des ERAA zu treffen (ACER 2023d). Ob der jüngste Bericht positiver bewertet wird als die Vorhergegangenen wird dann deutlich werden.

3.3.4 ENTSO-E: Seasonal Outlook

Alle sechs Monate führt ENTSO-E zusätzlich einen „**Seasonal Outlook**“ durch, um die kurzfristige Versorgungssicherheit für die jeweils kommende Saison zu prüfen.

Der Seasonal Outlook (auch seasonal adequacy assessment genannt) gemäß Art. 9 EU-Risikovorkehrungsordnung deckt den Bereich der Krisensituationen für

die jeweils bevorstehende Sommer- oder Winterperiode ab.

Anders als beim ERAA liegt der Fokus hier nicht auf der allgemeinen Prüfung der Dimensionen des Stromsystems. Ziel der Seasonal Outlooks ist es, **die kurzfristige Angemessenheit des Stromsystems** zu überprüfen. Dabei werden sowohl Erzeugungs- als auch Übertragungskapazitäten in den Blick genommen, insbesondere die **grenzüberschreitende Interkonnektivität** spielt eine zentrale Rolle.

Die Ergebnisse der seasonal adequacy assessments dienen als Grundlage für **nationale Risikovorkehrungspläne²** zur Bewältigung von potenziellen Krisensituationen in der Stromversorgung (vgl. ACER 2020b).

Die Methodologie für die Seasonal Outlooks folgt grundsätzlich der des ERAA. Für jede Gebotszone (nicht immer identisch mit einem Staat) werden anhand **regionaler Referenzszenarien** Simulationen des Stromsystems durchgeführt. Versorgungssicherheit wird auch hier anhand der **probabilistischen Indikatoren LOLE und EENS** (siehe Textbox 1 und Textbox 2) bewertet. Unterschiede zum ERAA bestehen in der Interpretation des Zuverlässigkeitsstandards RS,³ den betrachteten Zeithorizonten und dem Umfang der Referenzszenarien (vgl. ENTSO-E 2023d).

Die Referenzszenarien zur Identifizierung potenzieller Versorgungskrisen im Seasonal Outlooks gehen über die im ERAA betrachteten Szenarien hinaus. Es werden hier auch unerwartete Ereignisse wie technisch bedingte Störungen und Ausfällen im Stromsystem betrachtet. Zudem werden Krisenfälle wie Angriffe auf das Stromsystem, Naturkatastrophen oder Brennstoffmangel angenommen.

Summer Outlook 2023

Die vorletzte saisonale Prognose von ENTSO-E für den Sommer 2023 ergab **keine wesentlichen Sicherheitsrisiken**. ACER betonte in der Stellungnahme zum „Summer Outlook 2023“ die Bedeutung der Interkonnektorenkapazität bei der Beurteilung der Versorgungssicherheit bei der Stromversorgung (ACER 2023e).

Winter Outlook 2023/2024

Der ENTSO-E Winterausblick 2023–2024 stellt eine insgesamt **günstige Versorgungslage** fest. Der Bericht identifiziert jedoch auch einige Risiken für abgelegene Gebiete, einschließlich Irland, Nordirland, Malta und Zypern. Zielgerichtete Maßnahmen könnten dazu beitragen, diese Risiken zu mildern.

² Der aktuelle deutsche Risikovorkehrungsplan wurde im Januar 2023 veröffentlicht.

³ Das Verhältnis des „Seasonal LOLE“ (der in den Seasonal Outlooks ermittelt wird) zum RS ist aufgrund

unterschiedlicher Berücksichtigung von Kapazitätsmechanismen nicht identisch zum LOLE-RS-Verhältnis im ERAA (vgl. ENTSO-E 2023d, Appendix 3).

Ein gewisses Risiko wird außerdem für Finnland identifiziert, sollten die Betriebs- und Wetterbedingungen außergewöhnlich ungünstig ausfallen. Regionale Risiken gibt es auch in Frankreich, Belgien und Großbritannien identifiziert.

Alle die kommende Wintersaison identifizierten Risiken werden durch Wetterbedingungen beeinflusst. Die Herausforderungen in Irland und Nordirland hängen von der Verfügbarkeit alternder Gaskraftwerke ab, während Malta besonders gefährdet ist, insbesondere wenn die Verbindung mit Italien ungeplant ausfällt.

Im Vergleich zum Winter 2022-2023 ist der Erzeugungspark gewachsen, insbesondere **die erneuerbare Erzeugung hat zugenommen und die konventionelle Erzeugung hat abgenommen**. Diese Bedingungen schaffen **günstige Voraussetzungen** für die Versorgungssicherheit und eine geringere Abhängigkeit von der Gaserzeugung (ENTSO-E 2023a).

3.3.5 BNetzA im Auftrag des BMWK

Die Verantwortung für das fortlaufende Monitoring der Versorgungssicherheit in Deutschland liegt beim BMWK, es wird aber seit 2021 von der Bundesnetzagentur durchgeführt. Die Anforderungen an das Monitoring werden in § 51 Abs. 3 EnWG geregelt. Danach umfasst das Monitoring der Versorgungssicherheit die **gegenwärtige und zukünftige Deckung der Stromnachfrage** (marktseitig) sowie deren **infrastrukturelle Absicherung** (netzseitig). Wie auf EU-Ebene ist auch hier die Risikoversorge nicht Teil des Versorgungssicherheitsmonitorings. Wie von der EU-Strombinnenmarkt-Richtlinie vorgeschrieben, folgt das BNetzA Monitoring der **einheitlichen ACER-Methodologie**.

Die im Monitoring verwendeten Indikatoren für die Bewertung der Versorgungssicherheit sind – den EU-Vorgaben entsprechend – LOLE für die erwartete Zeit der Nachfrageunterdeckung und EENS für die erwartete unterdeckte Energiemenge (siehe Textbox 1 und Textbox 2).

Als Ausgangsbasis der probabilistischen Einschätzung der aktuellen und zukünftigen Versorgungssicherheit betrachtet die Bundesnetzagentur im **Monitoring die rückblickende Versorgungssicherheit**. Ein zentraler Parameter für deren Bewertung ist der **Indikator SAIDI**. Dieser quantifiziert die Dauer von Unterbrechungen der Stromversorgung (vgl. Prognos 2021; r2b energy consulting u. a. 2019) (siehe Kapitel Kontinuitäts-Indikatoren).

Monitoringbericht 2023

Der Monitoringbericht aus dem Januar 2023 kommt zu dem Schluss, dass die **netz- und marktseitige Versorgungssicherheit** in dem betrachteten Zeitraum bis 2031 **voraussichtlich gewährleistet** ist. Die Annahmen sehen einen Kohleausstieg bis 2030 vor. Um die Versorgungssicherheit im gewählten Zeitraum gewährleistet wird, müssen einige netz- und erzeugungsseitigen Kapazitäten zugebaut werden. Als Ausgangspunkt für die Analyse hat die BNetzA den Zubau erneuerbarer Energien (Wind Onshore, Wind Offshore, und Photovoltaik) gemäß des beschlossenen Osterpakets 2022 angenommen. Dieser umfasst eine Verdreifachung des EE-Zubautempos (von ca. 123 GW EE in 2021 auf 360 GW in 2030). Der Bericht kommt außerdem zu dem Schluss, dass das **heutige Marktdesign den ausreichenden Zubau von Gaskraftwerken (H2-ready) anreizt** und die Erschließung von „Netzersatzanlagen“ und die Bereitstellung von Lastreduktions- und Lastverschiebepotential bis 2030 gewährleisten kann (Bundesnetzagentur 2023a).

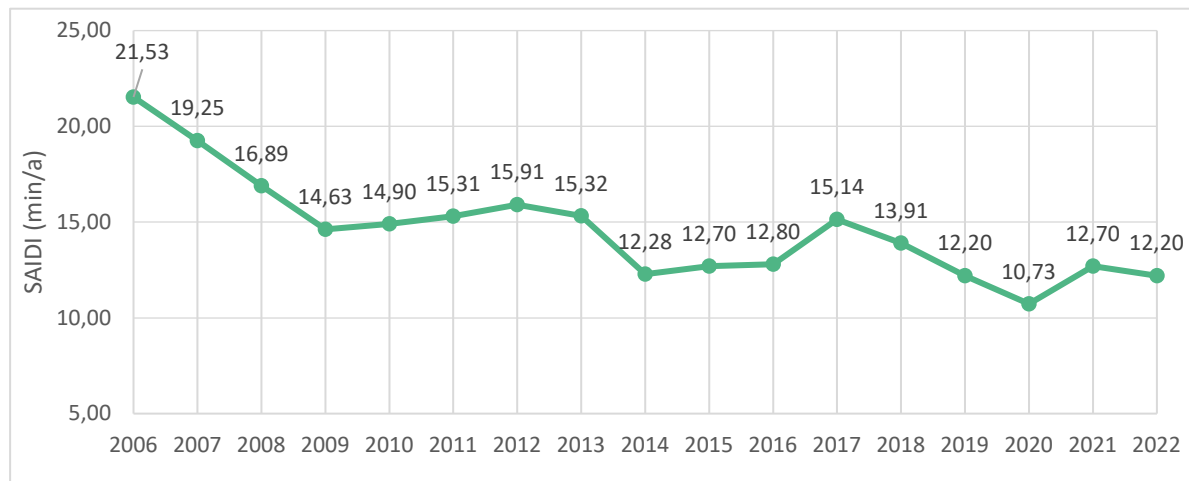
3.3.6 Kontinuitäts-Indikatoren

Versorgungsunterbrechungen von über drei Minuten werden durch die Netzbetreiber erfasst und an die BNetzA gemeldet (§ 52 EnWG). Die betroffene Spannungsebene und die Störungsursache werden jeweils miterfasst. Über diese Angaben wird der System Average Interruption Duration Index (SAIDI) ermittelt. Der SAIDI (min/a) gibt grundsätzlich die **durchschnittliche jährliche Unterbrechungsdauer** der Stromversorgung aus Sicht der Endkund*innen an: Er bemisst also die **Kontinuität der Versorgung** (continuity of supply). Der SAIDI bezieht sich auf ungeplante Störungen im Stromnetz, geplante Unterbrechungen, z.B. aus Gründen der Betriebssicherheit, sind meistens ausgeschlossen.

Neben dem SAIDI als geläufigstem Kontinuitäts-Indikator existieren in Europa jedoch mehrere ähnliche Indikatoren, die sich in Definition und Umfang leicht unterscheiden, etwa der SAIFI (Frequenz von Unterbrechungen) oder ENS (unterdeckte Energiemenge). Da diese die tatsächliche Stromversorgung im Rückblick angeben, sind sie kein Teil der prognostischen Monitoringverfahren.

Der Rat der europäischen Energieregulierungsbehörden CEER (nicht zu verwechseln mit ACER) erfasst alle nationalen SAIDI-Werte und veröffentlicht sie gesammelt in einem Bericht. Demnach sind die **SAIDI-Werte in Deutschland im europaweiten Vergleich bisher stets sehr niedrig**, die Kontinuität der Versorgung also hoch. Im **Jahr 2022 lag der SAIDI mit 12,2 Minuten**, sogar unter dem 10-Jahres-Mittelwert von 13,6 Minuten pro Jahr (siehe Abbildung 10) (Bundesnetzagentur 2023b; CEER/ECRB 2022).

Abbildung 10: Entwicklung des SAIDI 2006–2022 in Deutschland



Quelle: (Bundesnetzagentur 2023b)

Auf Grund seiner Anschaulichkeit wird der SAIDI häufig zitiert, um Aussagen über die Versorgungssicherheit und die Qualität der Versorgung zu treffen. Für komplexe Schlussfolgerungen ist der Index jedoch nur bedingt geeignet: Zum einen schaut der SAIDI nur in die Vergangenheit und zum anderen sagt der Wert selbst nichts über die Gründe, Umstände und Implikationen von Versorgungsunterbrechungen aus.

3.3.7 Risikovorsorgeplan

Die Risikovorsorgeverordnung der EU verpflichtet die Mitgliedsstaaten seit 2020, Pläne zur **Vorbereitung auf Stromversorgungskrisen und ihre Bewältigung** zu erarbeiten (Verordnung (EU) 2019/941, Art. 10). Das Ziel der Verordnung ist – neben der Vereinheitlichung der Standards und Methoden – die vertiefte Zusammenarbeit der Mitgliedsstaaten besonders im Krisenfall.

Wie die „Seasonal Outlooks“ basieren die nationalen Risikovorsorgepläne auf Szenarien, welche verschiedene Krisensituationen modellieren. Dazu gehören **Naturkatastrophen, Angriffe auf das Stromsystem oder Brennstoffmangel** sowie weitere aus unvorhergesehenen Situationen entstandene Stromversorgungskrisen. Ein Risikovorsorgeplan kann als Antwort auf die Seasonal Outlooks verstanden werden bzw. anhand dieser können Risikovorsorgepläne überprüft und angepasst werden.

In Deutschland ist das BMWK zuständig für die Erstellung des Risikovorsorgeplans. Der aktuelle Plan wurde Anfang 2023 veröffentlicht und basiert zum einen auf 31 regionalen Krisenszenarien, die von ENTSO-E festgelegt wurden, und zum anderen auf Analysen der Bundesnetzagentur und der Übertragungsnetzbetreiber. Diese haben neun nationale Krisenszenarien identifiziert (BMWK 2023):

- Angriff auf die IT-Sicherheit netzgekoppelter Einrichtungen
- Hitzewelle; eine mehrtägige Periode mit ungewöhnlich hoher thermischer Belastung
- Angriff auf und Ausfall von kritischer Infrastruktur
- Angriff auf und Ausfall von Kontrollzentren
- Innerbetriebliche Sabotage
- Dürreperiode; eine länger anhaltende Trockenperiode
- Knappheit der Energieträger Erdgas und Kohle
- Pandemie
- Waldbrände

Ausgehend von diesen Szenarien setzt der Risikovorsorgeplan Maßnahmen, Verantwortlichkeiten und Abläufe sowohl für die Krisenprävention als auch für die Reaktion auf Krisen fest. Dabei wird zwischen einfachen und besonders schwerwiegenden Beeinträchtigungen der Stromversorgung unterschieden.

Zu den **Präventiv- sowie Reaktionsmaßnahmen** gehören vor allem die Vorhaltung von **Reservekraftwerken und von Brennstoffen**, der Auf- und Ausbau von **resilienten Stromnetzen, Monitoring- und Analyseprozesse** sowie **Sicherheitspläne und -strukturen**. Beteiligt an diesen Prozessen sind vor allem die Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB), die Bundesnetzagentur sowie das BMWK als Krisenkoordinierungsstelle. Außerdem werden im Risikovorsorgeplan der **manuelle Lastabwurf** und die Kriterien dafür geregelt: Wird eine Stromversorgungskrise durch die Bundesregierung festgestellt, kann die Bundesnetzagentur Eingriffe in die Stromversorgung anordnen. Dabei gilt, dass eine lebenswichtige Mindestenergieversorgung gewährleistet wird und Schäden von Wirtschaft und Privathaushalten minimiert werden sollen (BMWK 2023).

Die EU-Kommission begrüßte in ihrer Stellungnahme insgesamt den früheren Risikovorlageplan Deutschlands 2022, kritisierte allerdings u.a. fehlende Informationen zu den Szenarien für Stromversorgungskrisen und zu regionalen und bilateralen Maßnahmen für die Zusammenarbeit und Unterstützung zwischen den Mitgliedstaaten (EU-Kommission 2022). Eine Stellungnahme zum aktuellen Risikovorlageplan liegt nicht vor.

3.4 Versorgungssicherheitsmonitorings: Gleiche Methodologie, verschiedene Ergebnisse

Zur Untersuchung der Versorgungssicherheit gibt es verschiedene Verfahren, welche **die gleiche Methodologie und die gleichen Indikatoren** nutzen (siehe Textbox 5). Die **unterschiedlichen Ergebnisse** der Monitoringverfahren zeigen, dass die Bewertung der Versorgungssicherheit zum einen von der **gewählten Bewertungsmatrix** abhängt sowie von der **Interessenslage der bewertenden Akteure** beeinflusst wird.

- Die europäischen **Übertragungsnetzbetreiber** (ENTSO-E) kommen zu dem Schluss, dass die Versorgungssicherheit gefährdet ist und **Kapazitätsmechanismen und Eingriffe**

in den Markt notwendig sind. Die Position der ÜNB, zur Notwendigkeit von Kapazitätsmechanismen, um ausreichend Kapazitäten zu realisieren, wird von der Industrie und Teilen der Energiewirtschaft unterstützt (Tagespiegel Background Energie & Klima 2023; VDMA 2021).

Kapazitätsmechanismen können **Anreize für den Zubau bestimmter Erzeugungsanlagen** setzen, wenn die Marktpreise solche Anreize nicht setzen. Dadurch kann eine **Verzerrung des Marktes** entstehen. Insbesondere wenn die Kapazitätsmechanismen zu Gunsten von fossilen Kraftwerken eingeführt werden, kann ein Wettbewerbsnachteil für erneuerbare Energien entstehen.

- Die BNetzA und ACER kommen zu dem Schluss, dass die Versorgungssicherheit grundsätzlich gegeben ist. **ACER** steht der Einführung von Kapazitätsmechanismen außerdem kritisch gegenüber, da sie **negative Auswirkungen auf den Binnenmarkt** befürchten (ACER 2023b).

Die unterschiedlichen Betrachtungsweisen, u.a. die Kontroverse um den ERAA 2022 zeigen, dass die Bewertung der Versorgungssicherheit **oft kein eindeutiger Sachverhalt** ist. Versorgungssicherheit ist nämlich kein absoluter Zustand, sondern wird in **Relation zu Kosten und Risiken** ermessen.

Textbox 5: Die Indikatoren auf einen Blick

EENS	Expected energy not supplied	Prognostischer Indikator über nicht-lieferbare Energie auf Grund von fehlender oder gestörter Netzkapazität. Bezieht sich auf die Netzdäquanz.
LOLE	Loss of Load Expectation	Prognostischer Indikator über die erwartete marktliche Lastunterdeckung. Bezieht sich auf die Erzeugungsdäquanz.
RS	Reliability Standard	National angestrebtes volkswirtschaftliche Optimum der maximalen LOLE in h/a.
CONE	Cost of New Entry	Die Kosten, die durch das Bedienen der Nachfrage am Markt entstehen.
VOLL	Value of Lost Load	Zahlungsbereitschaft der Endverbraucher*innen.
SAIDI	System Average Interruption Duration Index	Die durchschnittliche jährliche Unterbrechungsdauer in der Vergangenheit.

4 Wie wird ein klimaneutrales Stromsystem versorgungssicher?

Die Monitorings der BNetzA und ACER zeigen, dass die **Versorgungssicherheit aktuell und bis 2031 gegeben** ist. Wie erneuerbare Energien die Stromversorgung darüber hinaus sicherstellen können, ist Teil der energiepolitischen Diskussion. Klar ist, dass die Umstellung des Energiesystems auf erneuerbare Energien eine **grundlegende Systemtransformation** voraussetzt: Anstelle von regelbaren, fossilen Kraftwerken basiert das Energiesystem der Zukunft zunehmend auf wetterabhängigen, erneuerbaren Energien. Damit **verändern sich die Parameter der Stromerzeugung** grundlegend: Während sich früher die Energieerzeugung an den Bedarf angepasst hat, müssen in der Zukunft stärker **Flexibilitäten** genutzt werden, um die Volatilität der Erzeugung aus erneuerbaren Energien auszugleichen.

Diese Herausforderung bereitet manchen Akteuren Sorge: Insbesondere die Frage nach jederzeit zur Verfügung stehenden Erzeugungskapazitäten, wenn nach den Atomkraftwerken, in den nächsten Jahren auch Kohle- und Erdgaskraftwerke vom Netz gehen, wird immer wieder gestellt. Ein mit Sorge behaftetes Szenario ist beispielsweise das Eintreten einer sogenannten „**kalten Dunkelflaute**“. Dieser Begriff beschreibt eine mögliche Extremwetterlage, in dem über einen anhaltenden Zeitraum kein oder wenig Wind- und Solarstrom produziert wird, während der Strombedarf hoch ist.

Gemäß einer Analyse des Deutschen Wetterdienstes kam es in dem Zeitraum zwischen 1982 und 2015 0,2-mal im Jahr vor, dass Wind- und PV-Stromerzeugung über einen Zeitraum von 48 Stunden weniger als 10% ihrer installierten Leistung produzierten. Eine Großwetterlage, die ganz Europa betreffen würde, trat sogar nur alle fünf Jahre auf (DUH 2021; DWD 2018).

Studien zeigen außerdem, dass Flexibilitäten und ein gut ausgebautes europäisches Stromnetz die Energieerzeugung auch in solchen Situationen sicherstellen können (Agora Energiewende 2022; Prognos 2021).

In den letzten Jahren nahmen Stromunterbrechungen, trotz **steigenden EE-Anteils an der Stromerzeugung, eher ab** (siehe Abbildung 10: Entwicklung des SAIDI 2006–202).

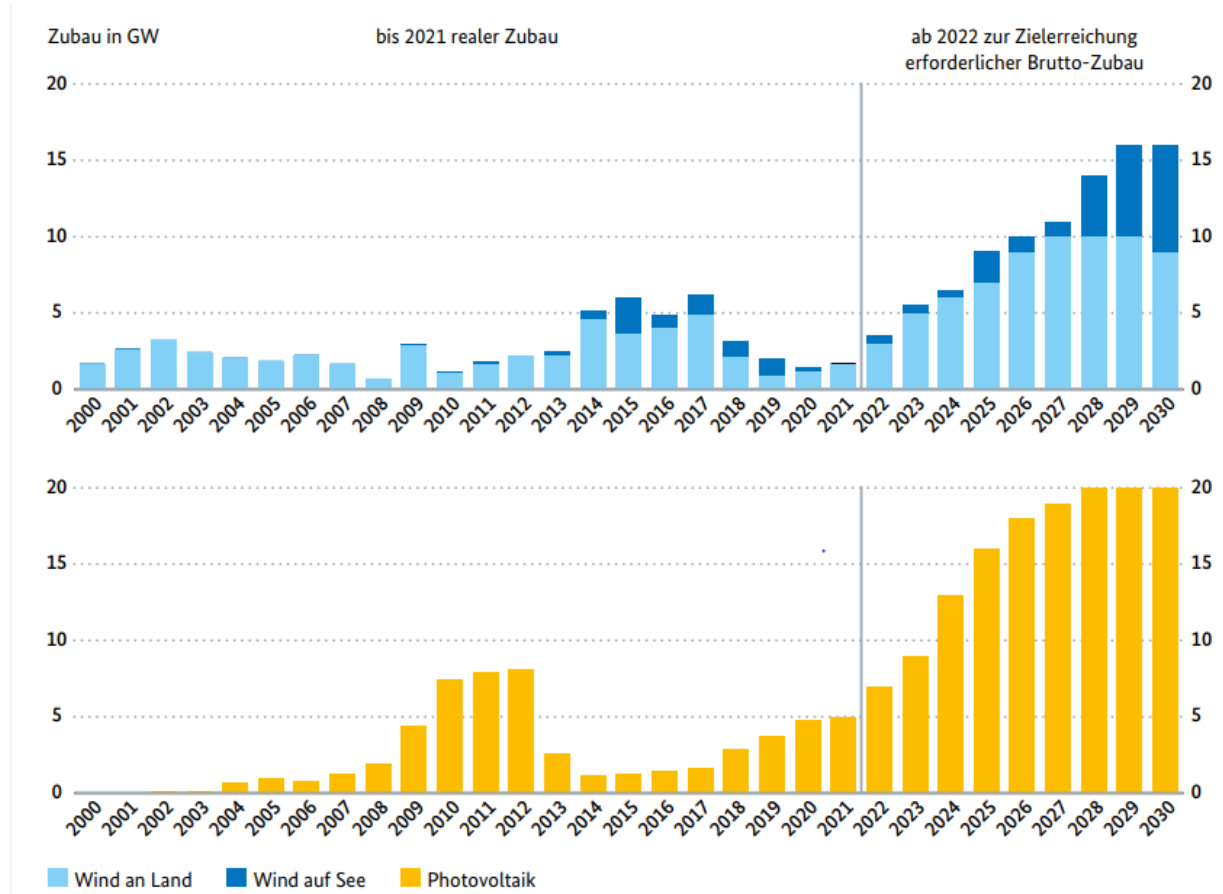
Um die **Versorgungssicherheit in einem klimaneutralen Energiesystem** und auf dem Weg dahin sicherzustellen sind Tempo und Volumen des Zubaus der erneuerbaren und flexiblen **Stromerzeugungskapazitäten**, das Heben von **Flexibilitäts- und Effizienzpotenzialen** und der **Ausbau des europäischen Stromnetzes** relevant.

4.1 Die Stromerzeugung muss so schnell wie möglich so erneuerbar wie möglich werden

4.1.1 Erneuerbare Energien

Bis 2045 will Deutschland klimaneutral sein, dafür sollen bis 2030 mindestens 80% des Bruttostromverbrauchs aus erneuerbaren Energien kommen (Bundesregierung 2022a). Um dies zu erreichen, ist ein **deutlicher Anstieg des EE-Ausbaus** notwendig. (BMWK 2022) (siehe Abbildung 11). Aufgrund des steigenden Stromverbrauchs durch die Elektrifizierung wird in Zukunft eine Erzeugung von knapp **600 TWh Strom** aus erneuerbaren Energiequellen notwendig sein, während die erneuerbare Erzeugung im Jahr 2021 noch 240 TWh betrug (BMWK 2022).

Abbildung 11: Notwendiger PV- und Windzubau



Quelle: (BMWK 2022)

Auch für die Gewährleistung der **Erzeugungssä-
quan-
z** ist der Zubau von erneuerbaren Energien die wichtigste Maßnahme. Umso mehr Leistung installiert ist, umso geringer fällt die **Residuallast**, also die Differenz zwischen EE-Erzeugung und Last, aus. Um Überkapazitäten im Interesse der volkswirtschaftlichen Effizienz zu vermeiden, muss das System außerdem über **ausreichend Flexibilität zur Reduktion der Residuallast** verfügen (Agora Energiewende 2022; Dena 2021; Prognos 2021; r2b energy consulting u. a. 2019).

4.1.2 Gaskraftwerke

Langfristig sollen **Gaskraftwerke durch strombasierte, grüne Gase betrieben** werden.

Laut Agora Energiewende et. al sollen bereits in 2030 2,5 GW der Gaskraftwerke mit Wasserstoff betrieben werden. Der nötige Wasserstoff soll zu ca. zwei Dritteln aus dem Ausland importiert werden (Agora Energiewende 2022).

Bis dem System ausreichend Flexibilitäten zur Verfügung stehen und regelbare Kraftwerke durch grüne strombasierte Kraftstoffe betrieben werden, werden laut **Bundesregierung** neue Kraftwerke gebraucht. Gemäß der im Februar 2024 veröffentlichten Version

der Einigung zur **Kraftwerksstrategie** sollen bis zu **10 GW H2-ready Kraftwerke** ausgeschrieben und durch einen Kapazitätsmechanismus finanziert werden. Diese Kraftwerke sollen zunächst mit Gas befeuert werden und ab ca. 2035 mit Wasserstoff betrieben werden (BMWK 2024).

Im Sinne des Klimaschutzes sollte der Zubau und Einsatz von neuen fossilen Kraftwerken möglichst geringgehalten werden.

4.1.3 Reservekraftwerke

Bis 2045 soll die gesamte Stromerzeugung klimaneutral sein, was die **schrittweise Abschaltung aller fossilen Kraftwerke**, insbesondere der Kohlekraftwerke, bis spätestens 2038 bedeutet. Bis dahin werden fossile Kraftwerke neben dem Markt durch sogenannte **Kapazitätsreservemechanismen** vorgehalten. Diese sollen die Versorgungssicherheit gewährleisten und steuerbare Kapazitäten zur Absicherung der Systemstabilität bereitstellen (Loreck/Hermann 2022).

Anders als Kraftwerke am Markt werden die Anlagen in der Reserve nicht über die verkauften Kilowattstunden vergütet, sondern über festgelegte Zahlungen, welche für das Vorhalten von Kapazität geleistet werden.

Obwohl Studien gezeigt haben, dass der Markt in Deutschland grundsätzlich funktioniert und zur Vorrhaltung ausreichender Kapazitäten sorgt, sichert sich der Regulierer durch die Reservemechanismen zusätzlich ab (Consentec 2021).

Zu diesen Reservemechanismen gehören die **Kapazitätsreserve, die Sicherheitsbereitschaft und die Netzreserve**.

Die **Kapazitätsreserve** (nach §13e EnWG) soll in Notfallsituationen zum Einsatz kommen, wenn bereits alle **Marktmechanismen ausgeschöpft sind** und trotz freier Preisbildung nicht genügend Strom produziert wird. Die Menge der in der Kapazitätsreserve vorgehaltenen Kraftwerke soll den „reasonable worst case“ abdecken. Aktuell beträgt die vom Regulierer bestimmte Soll-Größe 2 GW. Da die bisherigen Ausschreibungen unterzeichnet waren, werden aktuell nur 1,06 GW vorgehalten. Alle Anlagen in der Kapazitätsreserve sind Erdgasanlagen. Bislang kam die Kapazitätsreserve noch nie zum Einsatz. Anlagen in der Kapazitätsreserve dürfen nicht am Markt teilnehmen und auch nicht dahin zurückkehren (Bundesnetzagentur 2022a).

Der Mechanismus der **Sicherheitsbereitschaft** dient dazu, Braunkohlekraftwerke vor ihrer endgültigen Stilllegung vier Jahre lang als Reserve vorzuhalten.

Seit 2016 wurden insgesamt **acht Braunkohleblöcke** mit insgesamt 2,7 GW Leistung in die Sicherheitsbereitschaft versetzt (Bundesnetzagentur 2022b).

Die Sicherheitsbereitschaft sollte planmäßig in 2023 auslaufen, auf Grund der Energiekrise wurde sie bis zum 31.03.2024 verlängert. Die Reserve wurde ebenfalls noch nie aktiviert (Bundesregierung 2022b).

Mit der **Netzreserve** stehen den Netzbetreibern zusätzliche Kraftwerke bereit, um Redispatchmaßnahmen durchzuführen.

Im Jahr 2021/2022 waren knapp 5.7 GW Leistung in der Netzreserve. Die Anlagen wurden teilweise **mit Heizöl, Steinkohle oder Erdgas** betrieben und befanden sich alle in Bayern und Baden-Württemberg. Für die Periode 2022/2023 werden etwas über 7 GW Leistung in der Netzreserve vorgehalten. Zusätzlich zu den Anlagen in Süddeutschland kommen **vier Steinkohlekraftwerke** in NRW dazu. Der Einsatz der Netzreserve wird regelmäßig zur Unterstützung von Redispatchmaßnahmen angefordert (Bundesnetzagentur 2022c; FÖS 2022).

4.2 Effizienz, Sektorenkopplung Flexibilität, Lastverschiebung

Um die **Residuallast zu verringern** und die **Systemstabilität zu erhöhen**, muss in einem erneuerbaren Stromsystem die **Nachfrageseite** mit einbezogen werden.

Laut Einschätzungen des BMWK wird der Stromverbrauch bis 2030 auf bis zu 800 TWh ansteigen, bedingt durch die **angestrebte Elektrifizierung** in Industrie, Wärmebereitstellung und Elektromobilität (Bundesregierung 2023).

Eine **Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs** durch **Energieeffizienzmaßnahmen** kann die Residuallast verringern.

Eine gezielte Verschiebung von Verbräuchen (**Lastverschiebung**) zu bestimmten Zeitpunkten kann die Residuallast des Systems ebenfalls verringern und das Netz entlasten. Dies ist unter anderem durch die Nutzung verschiedener **Speicher und Laststeuerungssystemen** möglich. Somit können Effizienzmaßnahmen und Lastverschiebungen die **Systemadäquanz und -stabilität verbessern**.

Das **Flexibilitätpotenzial ist besonders bei der Industrie groß**, aber **auch private Haushalte** können in Zukunft flexibler und systemdienlicher Strom verbrauchen.

Kurzzeitspeicher wie Batteriespeicher können z.B. dazu genutzt werden, Verbrauchs- und Einspeiseprofile kurzfristig anzupassen. **Langzeitspeicher** wie Hochtemperaturspeicher, Wasserstoff, Pumpspeicher und Biogas sind sehr gut mittel- und teilweise langfristig nutzbar und können sowohl direkt als auch zur Rückverstromung genutzt werden können. Sie sind also die Brücke zu einer **flexiblen und intelligenten Kopplung aller Energieverbrauchssektoren** und können so die Resilienz des Systems ebenfalls erhöhen.

4.3 Europäisches Verbundnetz

Der **Ausbau des europäischen Verbundnetzes** ist eine weitere Maßnahme, welches die Resilienz und Stabilität des Systems maßgeblich erhöht.

Durch das größere, verbundene geografische Gebiet können beispielsweise **Wetterlagen kompensiert** werden, so dass eine regionale „Dunkelflaute“ kein Problem mehr darstellt. Auch die **Nutzung von Ressourcen in Nachbarländern**, beispielsweise von Pumpspeicherkraftwerken in Skandinavien, kann die Residuallast decken (Agora Energiewende 2022).

Neben dem verbesserten Austausch von Strom innerhalb des EU-Strombinnenmarktes dient der Ausbau des Stromnetzes auch zu einer besseren Verteilung innerhalb Deutschlands (Übertragungsnetzbetreiber 2023). Dafür muss der Netzausbau daher weiter voranschreiten. Der Bundesrechnungshof wies darauf hin, dass Netzengpässe in Deutschland ein Risiko für die Versorgungssicherheit darstellen können (Palovic u. a. 2021).

4.4 Mit dem Maßnahmenmix zum Ziel

Um nationale, europäische und internationale Klimaziele zu erreichen, muss die Energieerzeugung so schnell wie möglich an Emissionsintensität verlieren. Der **Ausstieg aus der fossilen Energieerzeugung** ist dafür der Dreh- und Angelpunkt. Um die Versorgungssicherheit weiterhin sicherzustellen, müssen im Gegenzug **ausreichend erneuerbare Energien** zugebaut werden. Da erneuerbare Energieerzeugung andere Anforderungen an das System stellt als fossile Energieerzeugung, muss die Transformation von einer Reihe von Maßnahmen begleitet werden. Dazu gehört der **Ausbau der Netze**, um den erneuerbaren Strom in ausreichendem Maße aufzunehmen und zu transportieren. Außerdem müssen **Flexibilitäten** geschaffen werden, in Form von Speichern und verbrauchsseitiger Flexibilität, um die Integration der volatilen Erzeugung in das System zu verbessern. Die Nutzung von fossilem Gas muss, um die Dekarbonisierung nicht maßgeblich zu gefährden, auf ein Mindestmaß reduziert werden. Das Gleiche gilt für die Anwendung von Wasserstoff aus nicht-erneuerbaren Quellen.

5 Mit Klimaschutz zur Versorgungssicherheit

In den energiepolitischen Diskussionen der letzten Jahre entstand der Eindruck, dass die Transformation des Energiesystems hin zu einer klimaneutralen Stromerzeugung zu Lasten der Zuverlässigkeit der Energieversorgung geht. Somit wurden immer wieder Argumente der Versorgungssicherheit hervorgebracht, um die Transformation auszubremsen. Dies manifestierte sich z.B. an Diskussionen um Ausstiegsdaten für fossile Technologien und die Verlängerung von Laufzeiten für Kohle- und Atomkraftwerke.

Eine genaue Analyse des Versorgungssicherheitsbegriffes, des Monitorings und der Eigenschaften eines erneuerbaren Stromsystems zeigt, dass Versorgungssicherheit und Klimaschutz keine Gegensätze sind.

Klimaschutz und Versorgungssicherheit stehen nicht im Widerspruch zueinander. Versorgungssicherheit gibt es nur mit wirksamem Klimaschutz.

5.1 Ein erneuerbares System kann verlässlich sein

Der SAIDI zeigt an, dass es in Deutschland im Jahr 2022 im Durchschnitt lediglich zu Stromversorgungsunterbrechungen von 12,2 Minuten kam. Damit liegt die Kontinuität der Stromversorgung in Deutschland über

dem Europäischen Durchschnitt. Außerdem **sank die Anzahl an Stromunterbrechungen trotz steigendem EE-Anteil** über die letzten Jahre. Diese Entwicklung gab es auch in anderen Ländern (Bundesnetzagentur 2023b).

Ein auf erneuerbaren Energien basierendes Stromsystem kann verlässlich, stabil und robust sein.

Wenn das System über ausreichend Flexibilitäten verfügt, kann es sogar **robuster und resilienter gegen Einflüsse von außen sein**, da die Abhängigkeit von einzelnen Erzeugungsanlagen maßgeblich sinkt.

Die neue probabilistische Methodologie zum Monitoring der Versorgungssicherheit, welche von den europäischen Netzbetreibern und Regulierungsbehörden angewandt wird, erkennt diese Gegebenheiten des neuen Systems bereits an.

Dennoch hinkt das **Verständnis von Versorgungssicherheit im politischen und gesellschaftlichen Diskurs hinterher**: Hier fokussiert die Diskussion noch stark auf die Verfügbarkeit von regelbaren Kraftwerken und die Nachfrage wird als starr betrachtet, so wie es gemäß der veralteten deterministischen Methodologie der Fall wäre.

Um Versorgungssicherheit in einem erneuerbaren Stromsystem angemessen zu beurteilen, muss auch der politische und gesellschaftliche Diskurs den, auf technischer Ebene bereits vollzogenen, Paradigmenwechsel abbilden.

5.2 Der Versorgungssicherheitsbegriff ist dynamisch und politisch beeinflusst

Ursprünglich bezog sich der Versorgungssicherheitsbegriff auf die **Verfügbarkeit von fossilen Primärenergieträgern**. In den letzten 20 Jahren stand die Frage der Importabhängigkeit bei fossilen Brennstoffen nicht mehr im Mittelpunkt der gesellschaftlichen Debatte. Seit dem Beginn der Energiewende Anfang der 2000er Jahre fokussiert sich die Diskussion um die Versorgungssicherheit oft auf die **vermeintlich mangelnde Verlässlichkeit von erneuerbaren Energien**.

Im Jahr 2022 veränderte sich die Diskussion um Versorgungssicherheit wieder: **Erdgas**, welches bislang als verlässliche Brückentechnologie angesehen wurde, bei der zwar die Klimaschädlichkeit, nicht aber die Frage der Verfügbarkeit und Importabhängigkeit beachtet werden muss, wurde zur **Achillesferse des deutschen Energiesystems** (Möst 2022). Dies machte deutlich, dass die Umstellung des Systems auf erneuerbare Energien zwar Herausforderungen mit sich

bringt, aber die Abhängigkeit von fossilen Importen reduziert und somit auch eine **positive Wirkung auf die Versorgungssicherheit** hat.

Der Versorgungssicherheitsbegriff hat sich in den letzten Jahren immer wieder verändert und wird von den aktuellen politischen und gesellschaftlichen Prioritäten beeinflusst.

5.3 Versorgungssicherheit ist relativ und subjektiv

Die gesellschaftliche und politische Diskussion um die Sicherheit der Energieversorgung wird oft **alarmistisch und in absoluten Begriffen** geführt: Jegliche Einschränkung der Versorgungssicherheit ist ein Grund zur Sorge um das Bestehen des Gesamtsystems, wenn nicht sogar der gesamten gesellschaftlichen Ordnung.

Tatsächlich ist die Lage der Versorgungssicherheit eine Frage der Abwägung und nicht zuletzt von der gewählten Bewertungsmatrix abhängig.

Die BMWK-Definition sieht vor, dass eine „**angemessene Deckung des Strombedarfs**“ gewährleistet werden muss. Die Bundesnetzagentur sieht Versorgungssicherheit als „Deckung der Nachfrage (...) in **volkswirtschaftlich effizientem Maß**“. Eine vollständige Absicherung gegen alle Eventualitäten ist und war also nicht gemeint, da eine Absicherung gegen sehr selten auftretende Möglichkeiten volkswirtschaftlich ineffizient ist (BMWK u. a. 2022).

Insbesondere in einem erneuerbaren Energiesystem, in dem weder Verbrauch noch Erzeugung statisch sind, ist die Versorgungssicherheit nicht eindeutig an dem Vergleich zweier Größen (Last und Erzeugung) abzulesen. Der EU-weite probabilistische Bewertungsansatz der Versorgungssicherheit spiegelt diese Herangehensweise bereits wider: Es soll ein **volkswirtschaftliches Effizienz-Optimum** gefunden werden. Dieses ist nicht gleichbedeutend mit hundertprozentiger Absicherung gegen jegliche außergewöhnliche Versorgungssituation, denn das würde bedeuten, dass die meiste Zeit nicht notwendige Kapazitäten wirtschaftlich ineffizient vorgehalten werden müssten. Schließlich ist es auch den Mitgliedstaaten selbst überlassen zu entscheiden, welches Maß an Versorgungssicherheit notwendig ist und welche „Gefährdung“ Maßnahmen wie Kapazitätsmärkte rechtfertigt (Europäische Union 2019a).

Die Kontroverse um den ERAA zeigt auch: Selbst bei harmonisierter Methodologie waren sich ENTSO-E und ACER uneinig über die Ergebnisse des Monitorings. Dies zeigt, dass die Bewertung der Versorgungssicherheit auch davon abhängt, wer die Bewertung

vornimmt und welche **Interessen im Hintergrund** stehen.

Ein Verständnis für diese Relativität und Subjektivität muss auch im politischen und gesellschaftlichen Diskurs um Versorgungssicherheitsanliegen deutlich werden.

5.4 Die Diskussion um Versorgungssicherheit muss präzise geführt werden

Wenn über Versorgungssicherheit diskutiert wird, wird in der Regel über **unterschiedliche Teilaspekte** der Versorgungssicherheit gesprochen.

Auch die **Monitoringprozesse** auf EU und nationaler Ebene **umfassen nicht alle Bereiche**, die für die Gewährleistung der Energieversorgung relevant sind. Die staatliche Risikovorsorge, welche u.a. die Reaktionsfähigkeit des Staates auf Ausnahmesituationen wie Brennstoffmangel oder Extremwerte umfasst, ist beispielsweise nicht Teil des nationalen Monitorings der Systemangemessenheit.

In den Monitorings der Bundesnetzagentur und der ÜNB liegt der Fokus auf der ausreichenden Bereitstellung von Strom und der Angemessenheit der Übertragungskapazitäten. Im gesellschaftlichen Diskurs während der Energiekrise 2022 wurde die **Verfügbarkeit von Gas** oft mit **dem Begriff Versorgungssicherheit gleichgesetzt**.

Grundsätzlich kann eine extreme Beeinträchtigung eines Teilaspektes der Versorgungssicherheit das Gesamtsystem durchaus gefährden. In den meisten Fällen ist eine **Beeinträchtigung**, beispielsweise eine temporäre Leistungsunterdeckung, jedoch **nicht mit dem Szenario eines großflächigen Stromausfalls** oder absoluten **Blackouts gleichzusetzen**. Die allgemeine Verwendung des Begriffes „Versorgungssicherheit“ suggeriert dies jedoch.

Ein gesellschaftliches Verständnis und präzise Verwendung der existierenden Begriffe rund um Versorgungssicherheit sind notwendig.

5.5 Versorgungssicherheit, Umweltverträglichkeit und Bezahlbarkeit setzen einander voraus

In den energiepolitischen Debatten entsteht immer wieder der Eindruck, dass Umweltverträglichkeit, ge-

nauer gesagt **Klimaschutz und der Ausbau erneuerbarer Energien, zu Lasten der Versorgungssicherheit** stattfinden würden.

Was in dieser Diskussion bisher jedoch nicht ausreichend berücksichtigt wurde:

Eine ausbleibende Transformation des Strom- und Energiesystems ist das größte Risiko für die Versorgungssicherheit.

Denn die voranschreitende Klimakrise ist die größte Gefahr für das Bestehen der Lebensgrundlage und der gesellschaftlichen Ordnung (IPCC 2023).

In der Diskussion um die Anforderungen an ein zukünftiges Stromsystem muss **Klimasicherheit**, also die Begrenzung der Klimakrise und der Schutz vor Auswirkungen der Klimakrise berücksichtigt werden. Somit **erübrigt sich die Frage nach einem „entweder – oder“** im Hinblick auf Versorgungssicherheit und Umweltverträglichkeit. Der jüngste ERAA von ENTSO-E stellt fest, dass extreme Wetterszenarien bereits heute ein Versorgungssicherheitsrisiko darstellen (ENTSO-E 2023c). Im Jahr 2022 führten beispielsweise niedrige Wasserstände auf dem Rhein dazu, dass mehrere Kraftwerke nicht mehr mit Ressourcen versorgt wurden und ausfielen.

Ein ähnlicher Zusammenhang ergibt sich auch hinsichtlich Versorgungssicherheit und Bezahlbarkeit.

Eine sichere Versorgung gibt es nur, wenn sich Verbraucher*innen ausreichend Energie leisten können.

6 Empfehlung: Eine einheitliche Definition

Im energiepolitischen Diskurs um die Versorgungssicherheit werden teils **unterschiedliche Definitionen** zugrunde gelegt. Außerdem werden die Begrifflichkeiten teilweise unpräzise genutzt. Oft wird beispielsweise Adäquanz oder Angemessenheit der Erzeugungskapazitäten bzw. der Netzkapazitäten mit der Gesamtversorgungssicherheit gleichgesetzt. Somit besteht das Risiko, dass **sprachliche Ungenauigkeiten** bezüglich der technischen Definitionen, Prozesse und Ziele bewusst oder versehentlich **mit politischen oder wirtschaftlichen Interessen vermischt** werden.

Die technischen Definitionen, beispielweise von ENTSO-E und der dena **ermöglichen bereits eine differenziertere Auseinandersetzung** mit dem Konzept,

als es im politischen und allgemeinen Sprachgebrauch der Fall ist.

Die Unterschiede zwischen den Definitionen erschweren jedoch die Diskussion. Außerdem sind die Definitionen **unterschiedlich gut geeignet, um die Eigenschaften eines erneuerbaren Energiesystem zu beschreiben und zu bewerten**.

Um in der energiepolitischen Diskussion alle relevanten Interessen in angemessener Weise zu berücksichtigen, sollten die existierenden technischen Begrifflichkeiten präzise genutzt werden.

Außerdem schlagen wir die Nutzung einer einheitlichen Definition vor (siehe Textbox 6 und Abbildung 12):

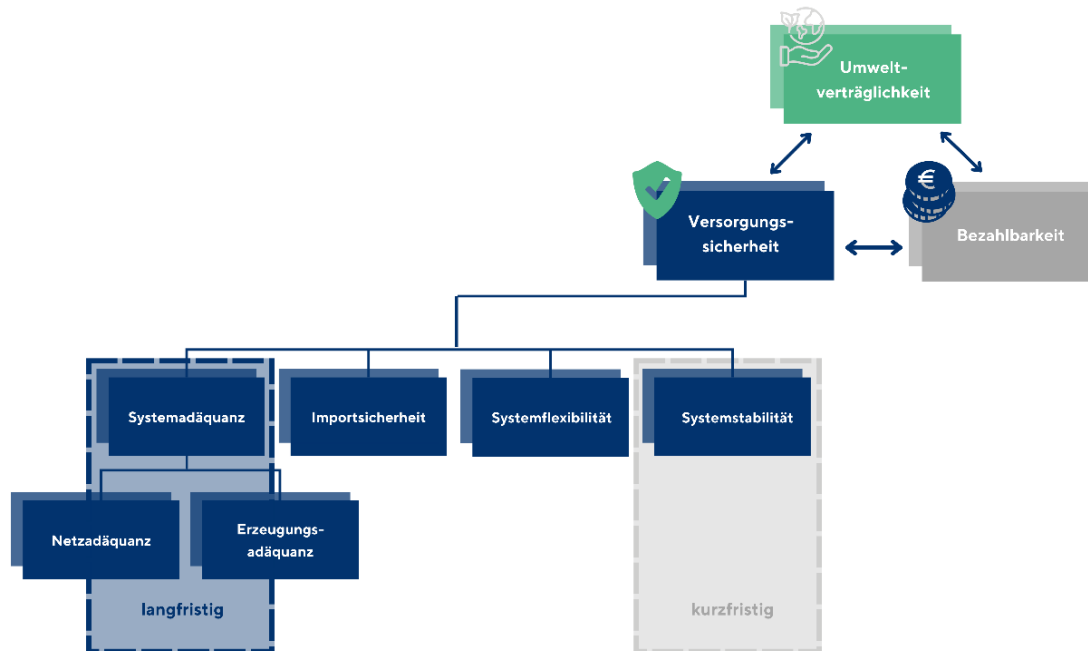
Textbox 6: Ein Vorschlag für eine einheitliche Versorgungssicherheitsdefinition

Versorgungssicherheit Teil des energiepolitischen Zieldreiecks, gemäß welchem neben Versorgungssicherheitsbelangen auch Umweltverträglichkeit und Bezahlbarkeit inhärente Ziele der Energiepolitik sind. Die drei Ziele bestehen jedoch nicht nur in einem Spannungsfeld zueinander, sondern sie bedingen einander ebenfalls.

Versorgungssicherheit als Konzept besteht in der von uns vorgeschlagenen Definition aus vier Säulen:

- **Systemadäquanz**, welche die langfristige Angemessenheit der bestehenden Netz- und Erzeugungskapazitäten meint.
- **Importsicherheit**, also die Verfügbarkeit von Primärenergieträgern, sowie Stromimporten und kritischen Mineralien für die Energiewende.
- **Systemflexibilität** beschreibt die Fähigkeit des Systems, fluktuierende erneuerbare Energien zu integrieren.
- **Systemstabilität** ist die kurzfristige Reaktionsfähigkeit des Systems, beispielsweise um kurzfristig auf Störungen zu reagieren.

Abbildung 12: Ein Vorschlag für eine Versorgungssicherheitsdefinition



Quelle: Eigene Darstellung

6.1 Weitgefasste Definition

Die einheitliche Definition sollte deutlich machen, dass Versorgungssicherheit als **Gesamtkonzept weit gefasst** ist, und nicht nur die Angemessenheit von Transport und Erzeugung (Systemadäquanz), sondern auch die Systemflexibilität, Systemstabilität und die Verfügbarkeit von Importen umfasst. Eine solche Definition zeigt ebenfalls auf, dass Versorgungssicherheit sowohl **technische Aspekte** umfasst wie beispielsweise die Funktionsweise der Stromnetze, als auch **politische Aspekte**, z.B. Importstrategien.

6.2 Systemadäquanz

Mit Systemadäquanz ist die **Angemessenheit der Stromerzeugung** in Relation zum Bedarf und die **Angemessenheit der Stromnetze** gemeint. Das Vorhandensein und die Funktionalität von Kapazitäten zur Stromerzeugung und zum Stromtransport sind Kernanforderungen an ein versorgungssicheres Stromsystem.

Dieser Aspekt ist bereits Teil der meisten existierenden Definitionen (vgl. ENTSO-E, BMWK, BNetzA, Studie im Auftrag der EU-Kommission, DENA). Die Systemadäquanz wird außerdem systematisch in den Monitorings der BNetzA, ACER und ENTSO-E überwacht.

Der Indikator **LOLE** bezieht sich beispielsweise auf Erzeugungadäquanz und der Indikator **EENS** beschreibt die Netzadäquanz.

Bei der Systemadäquanz handelt es sich um eine eher statische und **langfristige Perspektive** (vgl. DENA).

6.3 Importsicherheit

Eine allgemein gültige Versorgungssicherheitsdefinition sollte auch die Frage der **Verfügbarkeit von Importen** miteinbeziehen. In der BMWK-Definition findet dies bereits unter dem Aspekt „**Verfügbarkeit von Primärenergieträgern**“ statt. Um die Importe von kritischen Rohstoffen für die Elektrisierung sowie Stromimporte miteinzubeziehen, eignet sich der Begriff, „**Importsicherheit**“ als eigenständige Säule der Versorgungsdefinition.

Importsicherheit wird bisher nur fragmentiert auf nationaler und europäischer Ebene im Sinne der Versorgungssicherheit berücksichtigt. Es gibt keinen Indikator oder Parameter, welche die Entwicklung dieses Faktors zusammenfasst, und die Vergleichbarkeit vereinfacht.

6.4 Systemflexibilität

Mit der Dimension der **Systemflexibilität** ist die Fähigkeit des Stromsystems gemeint, nicht-steuerbare („non-dispatchable“) Erzeugung in das System zu integrieren.

Die **Integration erneuerbarer Energien** durch Flexibilität trägt maßgeblich zur Versorgungssicherheit bei. Um dies zu verdeutlichen, sollte „Systemflexibilität“ ebenfalls als eine eigenständige Säule der Versorgungssicherheitsdefinition etabliert werden (siehe ENTSO-E).

Systemflexibilität wird bereits heute von den **prognostischen Versorgungssicherheitsmonitorings** berücksichtigt, es fehlt jedoch ein anschaulicher und vergleichbarer Indikator oder Parameter.

6.5 Systemstabilität

Die **Systemstabilität** beschreibt Aufgaben des Netzmanagements und die Reaktionsfähigkeit des Systems im Falle von Ausfällen, sowie die Resilienz gegenüber ungeplanten Ereignissen, beispielsweise durch die Anwendung von Systemdienstleistungen. Diese Dimension wird ebenfalls bereits von manchen Definitionen miteinbezogen (vgl. ENTSO-E, Studie im Auftrag der EU-Kommission, DENA).

Da es sich hierbei um die kurzfristige Widerstandsfähigkeit handelt, ist die Systemstabilität eine **kurzfristige Dimension** (vgl. DENA).

6.6 Miteinbezug von Umweltverträglichkeit und Bezahlbarkeit

Die „konkurrierenden“ Elemente des energiepolitischen Dreiecks, Umweltverträglichkeit und Bezahlbarkeit, spielen auch für die Gewährleistung der Versorgungssicherheit selbst eine wesentliche Rolle.

Das Begrenzen des Klimawandels, sowie der Schutz der Gesellschaft vor den destruktiven Einflüssen der Klimakrise, sind **grundlegende Voraussetzung für die Versorgungssicherheit**, denn eine Zerstörung der Lebensgrundlagen wird sich direkt auf die Sicherheit und Verlässlichkeit der Energieversorgung auswirken (Vogler/Webeler 2022).

Eine weitere Grundvoraussetzung für die Versorgungssicherheit ist die **Bezahlbarkeit**: Verbraucher*innen müssen sich die Energie leisten können.

Aus dem scheinbaren Spannungsfeld des energiepolitischen Zieldreieck, ergibt sich also auch eine interdependente Beziehung.

LITERATURVERZEICHNIS

ACER Security of supply. .Abrufbar unter: <https://www.acer.europa.eu/electricity/security-of-supply..>

ACER Security of EU electricity supply 2023. .Abrufbar unter: https://acer.europa.eu/Publications/Security_of_EU_electricity_supply_2023.pdf.

ACER Security of EU electricity supply in 2021. Report on Member States approaches to assess and ensure adequacy. Ljubljana.

ACER Methodology for calculating the value of lost load, the cost of new entry and the reliability standard.

ACER DECISION No 04/2023 OF THE EUROPEAN UNION AGENCY FOR THE COOPERATION OF ENERGY REGULATORS of 27 February 2023 on the European Resource Adequacy Assessment for 2022. .Abrufbar unter: https://www.acer.europa.eu/Individual%20Decisions/ACER_Decision_04-2023_ERAA_2022.pdf.

ACER ACER to decide on ENTSO-E's 2023 European Resource Adequacy Assessment (ERAA). .Abrufbar unter: <https://www.acer.europa.eu/news-and-events/news/acer-decide-entso-es-2023-european-resource-adequacy-assessment-eraa>. Letzter Zugriff am: 2.1.2024.

ACER Methodology for Short-term and Seasonal Adequacy Assessments in accordance with Article 8 of Regulation (EU) 2019/941 of the European Parliament and of the Council on risk-preparedness in the electricity sector and repealing Directive 2005/89/EC. .Abrufbar unter: https://acer.europa.eu/sites/default/files/documents/Official_documents/Acts_of_the_Agency/Annexes%2520to%2520the%2520DECLARATION%2520OF%2520THE%2520AGENCY%2520FOR%2520THE%2520C8/ACER%2520Decision%252008-2020%2520on%2520the%2520RPR8%2520-%2520Annex%2520I.pdf.

ACER ENTSO-E's Summer Outlook (2023) finds no major security of electricity supply risks this summer. .Abrufbar unter: <https://www.acer.europa.eu/news-and-events/news/entso-es-summer-outlook-2023-finds-no-major-security-electricity-supply-risks-summer>. Letzter Zugriff am: 20.10.2023.e.

adelphi consult, Wissenschaftszentrum Nordrhein-Westfalen, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie Die sicherheitspolitische Bedeutung erneuerbarer Energien. .Abrufbar unter: https://adelphi.de/en/system/files/mediathek/bilder/studie_ee_sicherheit.pdf.

AF Mercados, E-Bridge, REF-E Identification of appropriate generation and system adequacy standards for the internal electricity market : final report. .Abrufbar unter: https://energy.ec.europa.eu/system/files/2016-07/Generation%2520adequacy%2520Final%2520Report_for%2520publication_0.pdf.

Agora Energiewende Klimaneutrales Stromsystem 2035. .Abrufbar unter: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_11_DE_KNStrom2035/A-EW_264_KNStrom2035_WEB.pdf.

Amprion Auswirkungen eines Kohleausstiegs 2030. .Abrufbar unter: https://www.amprion.net/Dokumente/Presse/Stellungnahmen/2021/Amprion_Kurzuntersuchung_Kohleausstieg_2030.pdf.

Bauchmüller, M., Szymanski, M. Stromnetz-Betreiber warnen vor Blackout. Artikel vom: Süddeutsche.de. .Abrufbar unter: <https://www.sueddeutsche.de/politik/atomausstieg-stromnetz-betreiber-warnen-vor-blackout-1.1100289>. Letzter Zugriff am: 26.9.2023.

BBH-Blog 75 Jahre Energiewirtschaftsgesetz. .Abrufbar unter: <https://www.bbh-blog.de/alle-themen/energie/75-jahre-energiewirtschaftsgesetz/>. Letzter Zugriff am: 26.9.2023.

BDEW Versorgungssicherheit Strom. Grundlagen und Methodik zur Bewertung der Versorgungssicherheit Strom und politische Handlungsempfehlungen. .Abrufbar unter: https://www.bdew.de/media/documents/20210930_Awh_BDEW-Fakten-und-Argumente_Versorgungssicherheit-Strom.pdf.

BMWi 3. Programm Energieforschung und Energietechnologien. Bonn.

BMWi Energiebericht. Nachhaltige Energiepolitik für eine zukunftsfähige Energieversorgung. Berlin.

BMWi Zweiter Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“. Abrufbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/zweiter-monitoring-bericht-energie-der-zukunft.pdf;jsessionid=4A3ED4EFB9B9D8D047368DEF895200CE?_blob=publicationFile&v=8. Letzter Zugriff am: 1.2.2017.

BMWi Monitoringbericht zur Versorgungssicherheit im Bereich der leitungsgebundenen Versorgung mit Elektrizität. Abrufbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/monitoringbericht-versorgungssicherheit-2019.pdf?_blob=publicationFile&v=1.

BMWK Einigung zur Kraftwerksstrategie. Abrufbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2024/02/20240205-einigung-zur-kraftwerksstrategie.html>. Letzter Zugriff am: 21.2.2024.

BMWK Risikovorsorgeplan nach Art. 10 der Verordnung (EU) 2019/941 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 über die Risikovorsorge im Elektrizitätssektor und zur Aufhebung der Richtlinie 2005/89/EG Stand: 20. Januar 2023. Abrufbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/risikovorsorgeplan-strom-bundesrepublik-deutschland.pdf?_blob=publicationFile&v=1.

BMWK Eröffnungsbilanz Klimaschutz. Abrufbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/220111_eroeffnungsbilanz_klimaschutz.pdf?_blob=publicationFile&v=22. Letzter Zugriff am: 25.2.2022.

BMWK, MWIKE NRW, RWE AG Stärkung von Versorgungssicherheit und Klimaschutz – Klarheit für die Menschen im Rheinischen Revier. Politische Verständigung zwischen dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, dem Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen und der RWE AG zum vorgezogenen Kohleausstieg 2030 im Rheinischen Revier. Abrufbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/221004-Eckpunktepapier-RWE-Kohleausstieg.pdf?_blob=publicationFile&v=1. Letzter Zugriff am: 4.9.2023.

Bundesnetzagentur Versorgungssicherheit Strom Bericht 2022. Abrufbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/versorgungssicherheit-strom-bericht-2022.pdf?_blob=publicationFile&v=4. Letzter Zugriff am: 10.8.2023.a.

Bundesnetzagentur Kennzahlen der Versorgungsunterbrechungen Strom. Abrufbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Versorgungssicherheit/Versorgungsunterbrechungen/Auswertung_Strom/start.html. Letzter Zugriff am: 8.11.2023.b.

Bundesnetzagentur Kapazitätsreserve. Abrufbar unter: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Versorgungssicherheit/KapRes/start.html>. Letzter Zugriff am: 15.8.2022.a.

Bundesnetzagentur Kraftwerkliste. Abrufbar unter: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerkliste/start.html>. Letzter Zugriff am: 15.8.2022.b.

Bundesnetzagentur Netzreserve. Abrufbar unter: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Versorgungssicherheit/Netzreserve/artikel.html>. Letzter Zugriff am: 15.8.2022.c.

Bundesrechnungshof Energiewende: unzureichender Netzausbau als Risiko für die Versorgungssicherheit. Abrufbar unter: <https://www.bundesrechnungshof.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2019/energiewendenetzausbau.html>. Letzter Zugriff am: 8.11.2023.

Bundesregierung Ausbau erneuerbarer Energien massiv beschleunigen. Abrufbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/novelle-eeg-gesetz-2023-2023972>.

Bundesregierung Generationenvertrag für das Klima. Abrufbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>.

Bundesregierung Entwurf eines Gesetzes zur Bereithaltung von Ersatzkraftwerken zur Reduzierung des Gasverbrauchs im Stromsektor im Fall einer drohenden Gasmangellage durch Änderungen des Energiewirtschaftsgesetzes und weiterer energiewirtschaftlicher Vorschriften. Abrufbar unter: <https://dserver.bundestag.de/btd/20/023/2002356.pdf>.

Bundestag „Osterpaket“ zum Ausbau erneuerbarer Energien beraten. Abrufbar unter: <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2022/kw19-de-erneuerbare-energien-891870>.

CEER, ECRB 7th CEER-ECRB benchmarking report on the quality of electricity and gas supply 2022. .Abrufbar unter: <https://www.ceer.eu/documents/104400/7324389/7th+Benchmarking+Report/15277cb7-3ffe-8498-99bb-6f083e3ceecb>.

Consentec Bewertung des Effekts von Kapazitätsmechanismen auf Endverbraucherkosten.

dena Stellungnahme zum Entwurf des integrierten nationalen Energie- und Klimaplan. .Abrufbar unter: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Meldungen/NECP/190802_dena-Stellungnahme_zum_NECP.pdf.

dena (Hrsg.) Elemente der Versorgungssicherheit und -zuverlässigkeit. .Abrufbar unter: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/Definition_und_Abgrenzung_Elemente_der_Versorgungssicherheit.pdf.

Dena Abschlussbericht. dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität. Eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. .Abrufbar unter: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/Abschlussbericht_dena-Leitstudie_Aufbruch_Klimaneutralitaet.pdf. Letzter Zugriff am: 29.7.2022.

Die Bundesregierung Energiewirtschaftsgesetz. .Abrufbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/enwg_2005/. Letzter Zugriff am: 10.11.2023.

dpa Energiewende: Gabriel will keine Kohlekraftwerke schließen. Artikel vom: Die Zeit. Hamburg.

DUH Versorgungssicherheit mit 100% Erneuerbaren Energien.

DWD Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Presse - Pressemitteilung zur Klima-Pressekonferenz 2018 des DWD. .Abrufbar unter: https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2018/20180306_pressemitteilung_klima_pk_news.html. Letzter Zugriff am: 3.1.2024.

ENTSO-E Winter Outlook 2023-2024. .Abrufbar unter: https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/sdc-documents/seasonal/WOR2023/1_Winter%20Outlook%202023-2024_Report.pdf. Letzter Zugriff am: 2.1.2024.a.

ENTSO-E 4th ENTSO-E Guideline for Cost Benefit Analysis of Grid Development Projects. .Abrufbar unter: https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/tyndp-documents/CBA/CBA4/230424_for-opinion/CBA_4_Guideline_for_ACER_opinion.pdf.

ENTSO-E European Resource Adequacy Assessment 2022. .Abrufbar unter: https://eepublicdownloads.azurereedge.net/clean-documents/sdc-documents/ERAA/2022/data-for-publication/ERAA_2022_Executive_Report.pdf.

ENTSO-E FAQ: European Resource Adequacy Assessment (ERAA). .Abrufbar unter: <https://www.entsoe.eu/outlooks/eraa/>. Letzter Zugriff am: 29.9.2023.

ENTSO-E European Resource Adequacy Assessment / 2023 Edition - Executive Report. .Abrufbar unter: https://www.entsoe.eu/outlooks/eraa/2023/report/ERAA_2023_Executive_Report.pdf. Letzter Zugriff am: 2.1.2014.c.

ENTSO-E Summer Outlook 2023. .Abrufbar unter: https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/sdc-documents/seasonal/SOR2023/1_Summer%20Outlook%202023_Report.pdf.

EU-Kommission Stellungnahme der Kommission vom 19.10.2022 gemäß der Verordnung (EU) 2019/941 über die Risikoversorge im Elektrizitätssektor und zur Aufhebung der Richtlinie 2005/89/EG zu dem der Europäischen Kommission von der zuständigen deutschen Behörde vorgelegten Risikoversorgeplan. .Abrufbar unter: https://energy.ec.europa.eu/system/files/2023-07/C_2022_7508_F1_COMMISSION_OPINION_DE_V3_P1_2261049_BMWK%20-%20for%20publication.PDF.

Europäische Union Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung). .Abrufbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001>.

Europäische Union Verordnung (EU) 2019/943 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 über den Elektrizitätsbinnenmarkt (Neufassung). .Abrufbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0943>.

Europäische Union Verordnung (EU) 2019/941 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 über die Risikovorsorge im Elektrizitätssektor und zur Aufhebung der Richtlinie 2005/89/EG. .Abrufbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0941>.

Europäische Union VERORDNUNG (EU) 2019/ 942 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES - vom 5. Juni 2019 - zur Gründung einer Agentur der Europäischen Union für die Zusammenarbeit der Energieregulierungsbehörden.

Europäisches Parlament Energieversorgung und Energiesicherheit. .Abrufbar unter: https://what-europe-does-for-me.eu/data/pdf/focus/focus11_de.pdf. Letzter Zugriff am: 12.12.2023.

European Environment Agency security of supply. .Abrufbar unter: <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/eea-glossary/security-of-supply#:~:text=in%20your%20browser.-,Term,reasonable%20and%20For%20affordable%20prices>.

FAZ Habeck: Versorgungssicherheit wichtiger als Klimaschutz. Artikel vom: FAZ.NET. .Abrufbar unter: <https://www.faz.net/aktuell/politik/inland/habeck-versorgungssicherheit-wichtiger-als-klimaschutz-17845268.html>. Letzter Zugriff am: 27.9.2023.

FÖS Ein Energiemarktdesign für die Dekarbonisierung: Mehr Systemverantwortung für die Erneuerbaren, weniger Abhängigkeit von den Fossilen. .Abrufbar unter: https://foes.de/publikationen/2022/2022-10_FOES_DUH_Policy_Brief_Ein_Energiemarktdesign_fuer_die_Dekarbonisierung.pdf.

Green Planet Energy Längere Laufzeiten für Atomkraftwerke ersetzen höchstens ein Prozent des Erdgasbedarfs. .Abrufbar unter: <https://green-planet-energy.de/presse/artikel/laengere-laufzeiten-fuer-atomkraftwerke-ersetzen-hoechstens-ein-prozent-des-erdgasbedarfs>. Letzter Zugriff am: 31.10.2023.

Heigl, J. Keine erhöhte Gefahr von Blackouts durch die Energiewende. .Abrufbar unter: <https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/keine-erhoehte-gefahr-von-blackouts-durch-die-energiewende-ein-faktenfuchs,SbF5xjM>. Letzter Zugriff am: 11.10.2023.

IEA Power systems in transition. Challenges and opportunities ahead for electricity security. .Abrufbar unter: <https://www.iea.org/reports/power-systems-in-transition>.

IHK IHK zum „Klimabeitrag“: Versorgungssicherheit gefährdet. .Abrufbar unter: <https://mittlerer-niederrhein.ihk.de/de/oeffentlichkeitsarbeit/pressemitteilungen/2015/ihk-zum-klimabeitrag-versorgungssicherheit-gefaehrdent.html>. Letzter Zugriff am: 26.9.2023.

Illing, F. Energiepolitik in Deutschland. .Abrufbar unter: <https://www.nomos-elibrary.de/10.5771/9783845264011/energiepolitik-in-deutschland?page=1>. Letzter Zugriff am: 26.9.2023.

IPCC Climate Change 2023 Synthesis Report. .Abrufbar unter: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/longer-report>. Letzter Zugriff am: 9.11.2023.

Kutzner, S. Blackout: Wie das Katastrophenszenario eines Stromausfalls für Panikmache und Profit genutzt wird. .Abrufbar unter: <https://correctiv.org/faktencheck/hintergrund/2022/08/19/blackout-wie-ein-katastrophenszenario-eines-grossflaechigen-stromausfalls-fuer-panikmache-und-profit-instrumentalisiert-wird/?lang=de>. Letzter Zugriff am: 11.10.2023.

Loreck, C., Hermann, H. Versorgungssicherheit und Reserven im deutschen Stromsektor.

Marinov, V. „Blackoutmelder“ der AfD: Netzbetreiber widersprechen angeblichen Stromausfällen. .Abrufbar unter: <https://correctiv.org/faktencheck/hintergrund/2022/11/09/blackoutmelder-der-afd-netzbetreiber-widersprechen-angeblichen-stromausfaellen/?lang=de>. Letzter Zugriff am: 11.10.2023.

Möst, D. Klimaschutzziele und Versorgungssicherheit im Spannungsfeld. .Abrufbar unter: https://tu-dresden.de/tu-dresden/universitaetskultur/magazin/artikel/klimaschutzziele-und-versorgungssicherheit-im-spannungsfeld?set_language=de. Letzter Zugriff am: 27.9.2023.

Next Kraftwerke Das (n-1)-Kriterium einfach erklärt und definiert. .Abrufbar unter: <https://www.next-kraftwerke.de/wissen/n-1-kriterium>. Letzter Zugriff am: 3.11.2023.

Palovic, M., Brandstät, C., Brunekreeft, B., Buchmann, M. Strategisches Verhalten bei marktbasierem Redispatch: Die internationalen Erfahrungen. In: Bremen Energy Working Papers. Jg. 36,

Prognos Klimaneutralität und Versorgungssicherheit im Strommarkt.

r2b energy consulting, Consentec, Fraunhofer ISI, TEP Energy Definition und Monitoring der Versorgungssicherheit an den europäischen Strommärkten. Köln.

Seeliger, A. Energiepolitik: Einführung in die volkswirtschaftlichen Grundlagen. .Abrufbar unter: <https://elibrary.vahlen.de/index.php?doi=10.15358/9783800656899>. Letzter Zugriff am: 26.9.2023.

Serif, M. Blackout-Warnungen von Merz und Söder sind laut Fachleuten unwahrscheinlich. Artikel vom: Frankfurter Rundschau. .Abrufbar unter: <https://www.fr.de/wirtschaft/energiekrise-so-realistisch-ist-ein-blackout-in-deutschland-wirklich-91833358.html>. Letzter Zugriff am: 11.10.2023.

Solarenergie Förderverein Merkels Vorurteile gegen Erneuerbare Energien. .Abrufbar unter: <https://www.sfv.de/lokal/mails/wvf/vorurtei>. Letzter Zugriff am: 8.11.2023.

Solarenergie Förderverein „Sonne, Wasser oder Wind können auch langfristig nicht mehr als 4 % unseres Strombedarfs decken“ (Zitat Angela Merkel). .Abrufbar unter: https://www.sfv.de/briefe/brief97_1/sob97135. Letzter Zugriff am: 8.11.2023.

Stiftung Wissenschaft und Politik Mehr Erdgas für den Klimaschutz?. .Abrufbar unter: https://www.swp-berlin.org/publications/products/studien/2008_S32_hbh_ks.pdf. Letzter Zugriff am: 12.12.2023.

tagesschau.de, N. B. Für den Kohleausstieg 2030 braucht es laut Studie Gaskraftwerke. .Abrufbar unter: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/deutschland-braucht-neue-gaskraftwerke-101.html>. Letzter Zugriff am: 26.9.2023.

Tagesspiegel Background Energie & Klima Energie-Schulterschluss von BDEW und BDI. In: Tagesspiegel Background Energie & Klima. .Abrufbar unter: <https://background.tagesspiegel.de/energie-klima/energie-schulterschluss-von-bdew-und-bdi>. Letzter Zugriff am: 8.11.2023.

Tschermak, M. Wie die Blackout-Gefahr einmal durch den Springer-Kosmos gereicht wird – BILDblog. .Abrufbar unter: <https://bildblog.de/136573/wie-die-blackout-gefahr-einmal-durch-den-springer-kosmos-gereicht-wird/>. Letzter Zugriff am: 11.10.2023.

Übertragungsnetzbetreiber Netzentwicklungsplan Strom 2037 / 2045 (2023), zweiter Entwurf. .Abrufbar unter: https://data.netzausbau.de/2037-2023/NEP/NEP_2037_2045_V2023_2_Entwurf_Teil1.pdf. Letzter Zugriff am: 7.11.2023.

VDMA Empfehlungen für das künftige Strommarktdesign aus Sicht des Energieanlagenbaus. .Abrufbar unter: <https://www.vdma.org/documents/34570/15233942/VDMA+PS+PG+Strommarktdesign+2021-10-12+Positionspapier.pdf/d1f1bcdd-928d-c750-a841-ecf9d9477035?t=1634049302398>. Letzter Zugriff am: 8.11.2023.

Vogler, A., Webeler, M. KLIMASICHERHEIT UND EUROPA. In: ENERGIE UND UMWELT. .Abrufbar unter: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/wien/19273.pdf>. Letzter Zugriff am: 15.12.2023.

Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages Politische Maßnahmen der Bundesregierung zur Bekämpfung der Ölpreiskrisen von 1973 und 1979. .Abrufbar unter: <https://www.bundestag.de/resource/blob/924658/e933de3aec6892f4ecda22a3782ab863/WD-1-035-22-pdf-data.pdf>.

ZEIT Kohlekommission: Bezahlbarkeit und Versorgungssicherheit für Altmaier am wichtigsten. Artikel vom: Die Zeit. Hamburg.