

Indikator-Factsheet: Umgebungstemperaturbedingte Stromminderproduktion thermischer Kraftwerke

Verfasser:	Bosch & Partner GmbH (Stefan v. Andrian-Werburg) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3711 41 106	
Mitwirkung:	VGB PowerTech e.V. Essen, Competence-Center 4 (CC4) Umwelttechnik, Chemie, Sicherheit und Gesundheit (Hans-Joachim Meier)	
Letzte Aktualisierung:	31.03.2014	Bosch & Partner GmbH (Stefan v. Andrian-Werburg)
Nächste Fortschreibung:		

I Beschreibung

Interne Nr. EW-I-3	Titel: Umgebungstemperaturbedingte Stromminderproduktion thermischer Kraftwerke
Einheit: Gigawattstunden (GWh) <u>Zusatz 1:</u> % <u>Zusatz 2:</u> Anzahl <u>Zusatz 3:</u> %	<p>Kurzbeschreibung des Indikators: <u>Vorbemerkung:</u> Im Folgenden wird unter dem Begriff „umgebungstemperaturbedingte Stromminderproduktion“ diejenige elektrische Arbeit verstanden, die aufgrund von erhöhten Umgebungstemperaturen und deren (durch die Betriebsleitung nicht beeinflussbaren Folgen) nicht erzeugt wurde, obwohl die Anlagen bzw. Anlagenteile verfügbar waren, d. h. zur Energieumwandlung fähig gewesen wären (= Umgebungstemperaturbedingte Außeneinflussarbeit). Umgebungstemperaturbedingte Stromminderproduktion</p> <p><u>Zusatz 1:</u> Verhältnis zur Nennarbeit der gemeldeten Kraftwerksblöcke <u>Zusatz 2:</u> Anzahl der von umgebungstemperaturbedingten Nichtverfügbarkeits-Ereignissen (NV-Ereignisse) betroffenen Kraftwerksblöcke <u>Zusatz 3:</u> Anteil der von umgebungstemperaturbedingten NV-Ereignissen betroffenen Kraftwerksblöcke an allen Kraftwerksblöcken mit NV-Ereignissen</p> <p>Berechnungsvorschrift: Umgebungstemperaturbedingte Stromminderproduktion: Direkte Datenübernahme der Auswertung der Datenbank KISSY (NV-Modul) des VGB PowerTech <u>Zusatz 1:</u> Verhältnis zur Nennarbeit der gemeldeten Kraftwerksblöcke = (Umgebungstemperaturbedingte Stromminderproduktion / Nennarbeit aller gemeldeten Kraftwerksblöcke) * 100 <u>Zusatz 2:</u> Von umgebungstemperaturbedingten Nichtverfügbarkeits-Ereignissen (NV-Ereignisse) betroffene Kraftwerksblöcke: Direkte Datenübernahme der Auswertung der Datenbank KISSY (NV-Modul) des VGB PowerTech <u>Zusatz 3:</u> Anteil der von umgebungstemperaturbedingten Nichtverfügbarkeits-Ereignissen (NV-Ereignisse) betroffenen Kraftwerksblöcke an allen Kraftwerksblöcken mit NV-Ereignissen = Anzahl der von umgebungstemperaturbedingten NV-Ereig-</p>

	nissen betroffenen Kraftwerksblöcke / Anzahl der von NV-Ereignissen betroffenen Kraftwerksblöcken insgesamt * 100
Interpretation des Indikatorwerts:	<p>Je höher der Indikatorwert, desto mehr elektrische Arbeit konnte aufgrund umgebungstemperaturbedingter Einflüsse nicht erzeugt werden.</p> <p><u>Zusatz 1:</u> Je höher der Indikatorwert, desto höher ist die umgebungstemperaturbedingte Stromminderproduktion in Relation zur Nennarbeit der gemeldeten Kraftwerksblöcke.</p> <p><u>Zusatz 2:</u> Je höher der Indikatorwert, desto höher ist die Anzahl der von umgebungstemperaturbedingten Nichtverfügbarkeits-Ereignissen (NV-Ereignisse) betroffenen Kraftwerksblöcke.</p> <p><u>Zusatz 3:</u> Je höher der Indikatorwert, desto höher ist der Anteil der von umgebungstemperaturbedingten NV-Ereignissen betroffenen Kraftwerksblöcke an allen Kraftwerksblöcken mit NV-Ereignissen.</p>

II Einordnung

Handlungsfeld:	Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)
Indikationsfeld:	Energieumwandlung
Thematischer Teilaspekt:	Beeinträchtigung des Betriebs von Anlagen und Einrichtungen zur Energieumwandlung durch Hitze
DPSIR:	Impact

III Herleitung und Begründung

Referenzen auf andere Indikatorenssysteme:	keine
Begründung:	<p>Die heißen Sommer in den Jahren 2003 und 2006 haben gezeigt, dass es im Zusammenhang mit erhöhten Umgebungstemperaturen und Trockenheit zu Einschränkungen der Stromproduktion aufgrund von Einschränkungen der zulässigen Kühlwasserentnahmemenge bzw. der Aufheizspanne für die Gewässertemperatur kommen kann. So waren beispielsweise während der sommerlichen Hitzeperiode im Jahr 2003 europaweit über 30 Kernkraftwerksblöcke gezwungen, ihre Stromproduktion zu drosseln oder ganz einzustellen (Linnerud et al. 2011: 1), bzw. es wurden von den zuständigen Wasserbehörden Ausnahmegenehmigungen erteilt, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. In Deutschland waren davon beispielsweise Kraftwerke an Isar und Rhein betroffen (Strauch 2011: 34). Im Jahr 2006 kam es zu kühlwassertemperaturbedingten Einschränkungen der Stromproduktion in thermischen Kraftwerken an Weser und Elbe, z. B. in den Kernkraftwerken Unterweser, Krümmel und Brokdorf (Deutsches Atomforum 2007: 14-19).</p> <p>Mit Blick auf die in Deutschland eingeleitete Energiewende und den beschlossenen Ausstieg aus der Kernenergie ist aber zu berücksichtigen, dass die Bedeutung thermischer Kraftwerke für das Energiesystem insgesamt in den vergangenen Jahren abgenommen hat. Insbesondere in den Sommermonaten sind Engpässe in der Elektrizitätsversorgung aufgrund der hohen Einspeisung von erneuerbarem Strom eher nicht zu erwarten. Ggf. können sommerliche Einschränkungen der Stromerzeugung und Handlungsbedarf zur Sicherung der Elektrizitätsversorgung auf der regionalen Ebene bei einer starken Abhängigkeit von thermischen Kraftwerken entstehen.</p> <p>Im Zusammenhang mit dem Klimawandel wird erwartet, dass Trocken- und Hitzephasen häufiger, intensiver und länger auftreten können. Die Temperatur-</p>

	<p>ren in Fließgewässern können daher langfristig in Sommermonaten zu-, die Abflussmengen abnehmen. In der Konsequenz wird damit gerechnet, dass die oben beschriebenen Auswirkungen auf die Stromproduktion in thermischen Kraftwerken zukünftig zunehmen können. Der Indikator bezieht sich konkret auf diese Klimawandelauswirkung, die für das Handlungsfeld Energiewirtschaft häufig genannt und beschrieben wird.</p> <p>Die Datengrundlage für die Indikation stellt das NV-Modul der Datenbank KISSY des VGB PowerTech e.V. zur Verfügung. Darin stellen die Kraftwerksbetreiber seit etwa 30 Jahren neben zahlreichen anderen Angaben zur Nichtverfügbarkeit (NV) u. a. auch Informationen zur „verfügbaren nicht erzeugbaren Arbeit (Außeneinflussarbeit)“, d. h. zu der Arbeit, die aufgrund von Außeneinflüssen, also aus Gründen, die außerhalb der Anlage liegen, nicht erzeugt werden kann, bereit. Zu den zu diesem Parameter in der Datenbank erfassten Kriterien gehören auch die Kriterien „Kühlwassertemperatur zu hoch“, „Außentemperatur zu hoch“ sowie „Umgebungseinfluss“. Neben Problemen mit der Kühlwasserversorgung inkl. der Einleitungsthematik bezieht der Indikator auch Wirkungsgradverschlechterungen wegen der schlechteren Kühlwirkung bei wasserdampf-getriebenen Kraftwerken aber auch z. B. Gasturbinen-Kraftwerken im Zusammenhang mit der Verdichtung der zuströmenden Luft ein.</p> <p>Zu Vergleichszwecken wird die Außeneinflussarbeit mit der Nennarbeit der in der Datenbank KISSY – NV-Modul erfassten Kraftwerksblöcke in Bezug gesetzt, um die Bedeutung der umgebungstemperaturbedingten Stromminderproduktion besser fassen zu können. In diesem Vergleich wird auch deutlich, dass die Außeneinflussarbeit im Verhältnis zur Nennarbeit als der potenziellen möglichen Arbeit der thermischen Kraftwerke eine insgesamt eher geringe Bedeutung hat.</p>
Schwächen:	<p>Die Datenquelle beruht auf freiwilligen Meldungen der in Deutschland agierenden Kraftwerksbetreiber. Die Datenquelle bildet nur einen Ausschnitt der hitzebedingten Einschränkungen für die Stromproduktion in thermischen Kraftwerken in Deutschland ab (eigene Berechnungen unter Bezug auf die Kraftwerksdatenbank des Umweltbundesamts ergeben eine Repräsentativität von etwa 70%). Dies ist bei der Interpretation der dargestellten absoluten Zahlen zur Stromminderproduktion zu berücksichtigen.</p> <p>Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass bei den Eintragungen der Kraftwerksbetreiber in der Datenbank KISSY die Angaben zur Außeneinflussarbeit anhand des Ereignis-Merkmal-Schlüssels (EMS) codiert werden. Der EMS gilt für unterschiedliche Arten von Außeneinflüssen und ist für diese Studie nur in Verbindung mit den Kommentierungen des Freitextfeldes auswertbar. In der Auswertung wurde neben den Angaben „Kühlwassertemperatur zu hoch“ und „Außentemperatur zu hoch“ auch die Kommentierung „Umgebungseinfluss“ berücksichtigt. Letztere kann durchaus auch für nicht umgebungstemperaturbedingte Ursachen verwendet werden und führt daher zu einer Unschärfe in der Auswertung.</p>
Rechtsgrundlagen, Strategien:	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2008 (DAS)
In der DAS beschriebene Klimawandelfolgen:	<p>DAS, Kap.3.2.9: Extreme Wetterereignisse wie Stürme, Dürren und Hoch- und Niedrigwasser können den Betrieb von Anlagen und Einrichtungen zur Umwandlung von Energie (...) beeinträchtigen. Die Folgen könnten Angebotsverknappungen, Energiepreissteigerungen und Versorgungsstörungen sein. (...) Ein entscheidender Faktor für die Stromerzeugung aus thermischen Kraftwerken – wie Kohle-, Erdgas- und Kernkraftwerken – ist die ausreichende Verfügbarkeit von Kühlwasser. Daher können solche Kraftwerke in den Sommermonaten durch Niedrigwasser und höhere Wassertemperaturen des Flusswassers betroffen sein. Kraftwerke, die Kühlwasser aus dem Grundwasser (z. B. durch Sumpfung) gewinnen, könnten in langen Trockenperioden von sinkenden</p>

	Wasserständen betroffen sein. (...) Energieversorgungsunternehmen könnten künftig häufiger gezwungen sein, die Leistung flusswassergekühlter Kraftwerke zu reduzieren, um den wasserrechtlichen und sicherheitstechnischen Anforderungen zu entsprechen.
Ziele:	DAS, Kap. 3.2.9: Dezentrale und diversifizierte Erzeugungsstrukturen, die erneuerbare Energien einschließen, können die Versorgungssicherheit tendenziell erhöhen, vor allem wenn sich die Erzeugungsstrukturen gegenseitig ergänzen. Dies gilt insbesondere bei Extremereignissen. Mögliche Risiken in der Versorgung müssen ermittelt und bewertet sowie Maßnahmen zu ihrer Reduzierung eruiert werden.
Berichtspflichten:	keine

IV Technische Informationen

Datenquelle:	VGB PowerTech: Kraftwerkssysteminformationssystem KISSY (NV-Modul)	
Räumliche Auflösung:	flächenhaft	NUTS 0
Geographische Abdeckung:	ganz Deutschland	
Zeitliche Auflösung:	jährlich, seit 2001	
Beschränkungen:	<p>Die Daten sind kostenpflichtig.</p> <p>Als Alternative zu den kostenpflichtigen Daten des VGB PowerTech e.V. wurden während der Entwicklung des Indikators auch die Verwendbarkeit der nachstehend genannten Datenquelle geprüft:</p> <p>Transparenzoffensive der Übertragungsnetzbetreiber: Die Unternehmen veröffentlichen auf ihren Internetseiten Betriebseinschränkungen für alle Kraftwerkstypen. Einige Kraftwerksbetreiber wie z. B. RWE unterscheiden die Informationen nach Schadenskategorien: Revision, Kessel, Turbine/Generator, Kondensator/Kühlsystem, Brennstoffversorgung, Kühlwassermenge/Außentemperatur, Netzmaßnahmen, sonstige Maßnahmen. Allerdings sind diese Daten zwischen den Konzernen nicht harmonisiert und können daher nicht zusammenfassend ausgewertet werden. Die Daten sind nicht geeignet für Auswertungen hinsichtlich klimatischer Einflüsse auf die Kühlwasserverfügbarkeit, da z. B. bei RWE technische und klimatische Einflüsse in der Datenbank zusammengefasst werden und sich in einer Auswertung nicht trennen lassen.</p> <p>EEX-Transparenzplattform: Die Daten werden als derzeit ungeeignet betrachtet, da für Leistungseinschränkungen bislang keine differenzierte Ursacheninformation angegeben wird.</p> <p>Genehmigungsbehörden: Des Weiteren wurde versucht, Angaben von Genehmigungsbehörden zur Anzahl von (kurzzeitig zugelassenen) Überschreitungen der Temperaturgrenzwerte bzw. zur Beantragung von Ausnahmegenehmigungen heranzuziehen. Eine Anfrage beim Bayerischen Landesamt für Umwelt hat ergeben, dass die notwendigen wasserrechtlichen Genehmigungen dezentral vergeben werden und die Genehmigungsbehörden zudem je nach Größe des Kraftwerks auf unterschiedlichen administrativen Ebenen angesiedelt sind. Das bedeutet, dass Daten für diesen Ansatz unter sehr großem Aufwand eigens generiert werden müssten und mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Vollständigkeit nicht zu erreichen ist. Eine kontinuierliche Datenerfassung und Datenbereitstellung ist nicht gegeben, zumal nicht an zentraler, zusammenfassender Stelle. Hinzu kommt, dass Ausnahmegenehmigungen auch präventiv beantragt werden. Es ist also nicht gesichert, dass es bei einer erteilten Ausnahmegenehmigung tatsächlich zu einer Überschreitung der Temperaturgrenzwerte</p>	

	<p>gekommen ist. Der Ansatz wurde daher nicht weiter verfolgt.</p> <p>Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Laut telefonischer Auskunft von Hr. Niehaus (BMU Arbeitsgruppe RS I 3) erfolgt im Zusammenhang mit der Laufzeitbegrenzung der Kernkraftwerke eine Erfassung des in Kernkraftwerken produzierten Stroms, allerdings ohne Erfassung der Ursachen von eventuellen Schwankungen der Stromproduktion.</p> <p>Deutsches Atomforum e.V.: Das DAfF veröffentlicht die Betriebsergebnisse der Kernkraftwerke inkl. der Darlegung von Abweichungen zum Normalbetrieb unter Verwendung der Datenquelle VGB PowerTech e.V. im Jahresbericht und im Fachmagazin „atw“ (atomwirtschaft). Die Daten liegen dem Deutschen Atomforum allerdings nicht in einer Form vor, die eine Zusammenfassung für den mit dem Indikator beabsichtigten Zweck erlaubt.</p>
Verweis auf Daten-Factsheet:	EW-I-3_Daten_Ausseneinflussarbeit.xlsx

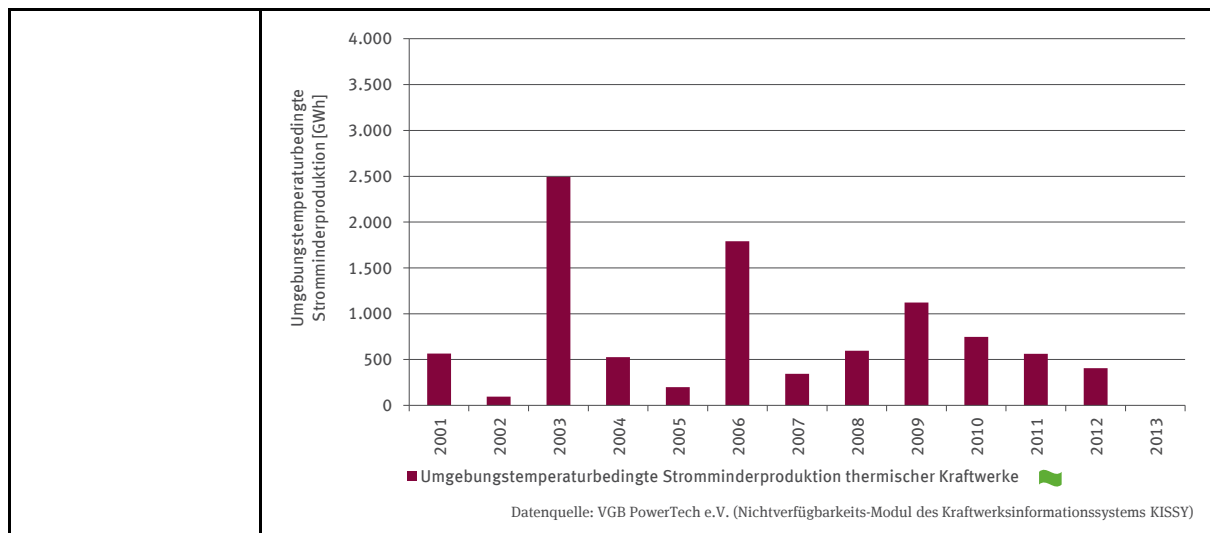
V Zusatz-Informationen

Glossar:	<p>Verfügbare nicht erzeugbare Arbeit (Außeneinflussarbeit): Die verfügbare nicht erzeugbare Arbeit ist die Arbeit, die aufgrund von Außeneinflüssen, d. h. aus Gründen, die außerhalb der Anlage liegen (z. B. Kühlwassertemperatur außerhalb der Auslegungsschwankungsbreite; Wassermangel aufgrund von z. B. Vereisung, Eisschollen, Rechengut, Hoch- / Niedrigwasser, Eindringen von Fischen etc.; Smog, Emissionen in der Umgebung der Anlage; Leistungseinsenkungen durch außergewöhnliche Umwelteinflüsse), nicht erzeugt werden kann.</p> <p>Außeneinflüsse: Außeneinflüsse sind alle äußeren Ereignisse, die auf eine Kraftwerksanlage /-block einwirken, wodurch eine Leistungsbereitstellung / Verfügbarkeit beeinflusst wird. Auf die Ereignisse (z. B. Klima, Auflagen) hat der Anlagenbetreiber keinen Einfluss.</p> <p>Nennarbeit: Die Nennarbeit ist das Produkt aus Nennleistung und Nennzeit. Die Nennleistung einer Anlage ist die höchste Dauerleistung unter Nennbedingungen, die eine Anlage zum Übergabezeitpunkt erreicht. Die Nennzeit ist die gesamte Berichtszeitspanne ohne jegliche Unterbrechungen (Kalenderzeit).</p>
Weiterführende Informationen:	<p>Deutsches Atomforum (Hrsg.) 2007: Jahresbericht 2006 – Kernenergie in Deutschland. Berlin, 78 S.</p> <p>Linnerud K., Mideksa T., Eskeland G. 2011: The Impact of Climate Change on Nuclear Power Supply. In: The Energy Journal, Vol. 32 / 2011, No. 1: 149-168.</p> <p>Nitsche S. & Schneider J. 2009: Kühlwasser – ein limitierender Faktor der Stromversorgung? In: BWK Das Energie-Fachmagazin Bd. 61 (2009) Nr. 3.: 51-53.</p> <p>Strauch U. 2011: Wassertemperaturbedingte Leistungseinschränkungen konventioneller thermischer Kraftwerke in Deutschland und die Entwicklung rezenter und zukünftiger Flusswassertemperaturen im Kontext des Klimawandels. In: Baumhauer R., Hahn B., Job H., Paeth H., Rauh J., Terhorst B. (Hrsg.): Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Würzburg, Heft 106, 223 S.</p> <p>Internetquellen zur Transparenzoffensive: www.rwe.com/web/cms/de/59766/transparenz-offensive/kraftwerksausfaelle/ www.vattenfall.de/www/vf/vf_de/225583xberx/261603trans/261655umm/263289allex/index.jsp www.eon-schafft-transparenz.de/</p>

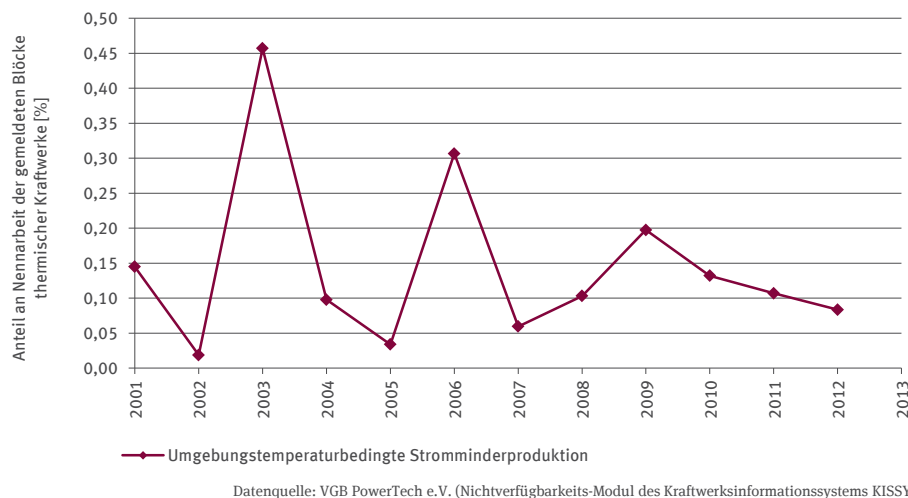
VI Umsetzung – Aufwand und Verantwortlichkeiten

Aufwands-schätzung:	Daten-beschaffung:	2	mehrere datenhaltende Institutionen
	Daten-verarbeitung:	1	Zusammenführung der Daten zur Darstellung des Indikators ohne vorhergehende Datenaufbereitung möglich
	<u>Erläuterung:</u> Für die Fortschreibung des Indikators fällt aufgrund der notwendigen Beauftragung der Datenbankauswertung bei VGB PowerTech e.V. ein Arbeitsaufwand in Höhe von ca. 4 Stunden an.		
Datenkosten:	Die Auswertung der Datenbank KISSY für die Fortschrittsberichte ist bei VGB PowerTech e.V. zu beauftragen. Der Tagessatz beträgt 1.365,-€ zzgl. MwSt. (Stand 2012). Für die Auswertung der Datenbank fällt ein Arbeitsaufwand in Höhe von ca. 0,5 Arbeitstagen an.		
Zuständigkeit:	Koordinationsstelle		
	<u>Erläuterung:</u> Die Beauftragung des VGB PowerTech erfolgt durch die Fachbetreuung des Indikators, die in diesem Fall durch die Koordinationsstelle übernommen wird. Die Interpretation der Indikatordarstellung ist in Rückkopplung mit dem Datenhalter vorzunehmen.		

VII Darstellungsvorschlag



Zusatz 1:



Zusatz 2 und 3:

