

Indikator-Factsheet: Wassereffizienz thermischer Kraftwerke

Verfasser:	Bosch & Partner GmbH (Stefan v. Andrian-Werburg) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3711 41 106	
Mitwirkung:		
Letzte Aktualisierung:	29.01.2014	Bosch & Partner GmbH (Stefan v. Andrian-Werburg)
	10.12.2014	Bosch & Partner GmbH (Stefan v. Andrian-Werburg)
Nächste Fortschreibung:	2018	Nach Vorliegen von ausreichend langen Datenreihen für den gesamten „Energieoutput“, d. h. die Summe der Erzeugung von Strom und Wärme, sowie für die absolut für Kühlzwecke entnommene Wassermenge insgesamt sollte der Indikator wegen des umfassenderen Betrachtungsansatzes mit diesen Daten berechnet werden. Die erste Darstellung des Indikators nach diesem Ansatz sollte frühestens 2018 mit den Daten des Jahres 2016 erfolgen. Zu diesem Zeitpunkt sollte die Datenreihe zur Wasserverwendung vier Datenpunkte umfassen. Bis dahin sollte der beschriebene Proxy-Indikator dargestellt werden.

I Beschreibung

Interne Nr. EW-R-4	Titel: Wassereffizienz thermischer Kraftwerke
Einheit: <u>Teile A bis C:</u> Index (1991 = 100)	Kurzbeschreibung des Indikators (Proxy): <u>Teil A:</u> Wassereffizienz von Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung als Verhältnis der dort jährlich erzeugten elektrischen Arbeit zur dort eingesetzten Wassermenge für die einmalige Nutzung, dargestellt als Indexwert bezogen auf das Basisjahr 1991 <u>Teil B:</u> Erzeugte elektrische Arbeit in Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung als Indexwert bezogen auf das Basisjahr 1991 <u>Teil C:</u> In Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung eingesetzte Wassermenge für die einmalige Nutzung als Indexwert bezogen auf das Basisjahr 1991
<u>Zusatz:</u> %	<u>Zusatz:</u> Wasserabhängigkeit der Wärmekraftwerke der öffentlichen Versorgung in Deutschland
	Berechnungsvorschrift (Proxy): <u>Teil A:</u> Index der Wassereffizienz von Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung = (Elektrizitätserzeugung brutto im jeweiligen Jahr / Wassermenge zur einmaligen Nutzung im jeweiligen Jahr) / (Elektrizitätserzeugung brutto im Basisjahr 1991 / Wassermenge zur einmaligen Nutzung im Basisjahr 1991) * 100 <u>Teil B:</u> Index der erzeugten elektrischen Arbeit in Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung = Elektrizitätserzeugung brutto im jeweiligen Jahr / Elektrizitätserzeugung brutto im Basisjahr 1991 * 100 <u>Teil C:</u> Index der in Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung eingesetzten Frischwassermenge für die einmalige Nutzung = Wassermenge zur einmaligen

	<p>Nutzung im jeweiligen Jahr / Wassermenge zur einmaligen Nutzung im Basisjahr 1991 * 100</p> <p><u>Zusatz:</u> Wasserabhängigkeit der Wärmekraftwerke der öffentlichen Versorgung in Deutschland = Anteil der elektrischen Bruttoleistung (MW) der Kraftwerke in Deutschland nach ihrer Wasserabhängigkeit (wasserabhängig, nicht wasserabhängig, vernachlässigbar, unklar)</p>
<p>Einheit: Teile A bis C: Index (2007 = 100)</p> <p><u>Zusatz:</u> %</p>	<p>Kurzbeschreibung des Indikators (perspektivisch):</p> <p><u>Teil A:</u> Wassereffizienz von Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung als Verhältnis der dort jährlich erzeugten elektrischen Arbeit und Wärme zur dort für Kühlzwecke eingesetzten Wassermenge, dargestellt als Indexwert bezogen auf das Basisjahr 2007</p> <p><u>Teil B:</u> Erzeugte elektrische Arbeit und Wärme in Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung als Indexwert bezogen auf das Basisjahr 2007</p> <p><u>Teil C:</u> In Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung für Kühlzwecke eingesetzte Wassermenge als Indexwert bezogen auf das Basisjahr 2007</p> <p><u>Zusatz:</u> Wasserabhängigkeit der Wärmekraftwerke der öffentlichen Versorgung in Deutschland</p> <p>Berechnungsvorschrift (perspektivisch):</p> <p><u>Teil A:</u> Index der Wassereffizienz von Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung = $((\text{Elektrizitätserzeugung brutto} + \text{Nettowärmeerzeugung im jeweiligen Jahr}) / (\sum \text{Wassermenge in Einfach-, Mehrfach und Kreislaufnutzung zur Kühlung in der Energieversorgung im jeweiligen Jahr})) / ((\text{Elektrizitätserzeugung brutto} + \text{Nettowärmeerzeugung im Basisjahr 2007}) / (\sum \text{Wassermenge in Einfach-, Mehrfach und Kreislaufnutzung zur Kühlung in der Energieversorgung im Basisjahr 2007})) * 100$</p> <p><u>Teil B:</u> Index der erzeugten elektrischen Arbeit und der erzeugten Wärme in Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung = $(\text{Elektrizitätserzeugung brutto} + \text{Nettowärmeerzeugung im jeweiligen Jahr}) / (\text{Elektrizitätserzeugung brutto} + \text{Nettowärmeerzeugung im Basisjahr 2007}) * 100$</p> <p><u>Teil C:</u> Index der in Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung eingesetzten Wassermenge für Kühlzwecke in der Energieversorgung = $(\sum \text{Wassermenge zur Einfach-, Mehrfach und Kreislaufnutzung zur Kühlung in der Energieversorgung im jeweiligen Jahr}) / (\sum \text{Wassermenge in Einfach-, Mehrfach und Kreislaufnutzung zur Kühlung in der Energieversorgung im Basisjahr 2007}) * 100$</p> <p><u>Zusatz:</u> Wasserabhängigkeit der Wärmekraftwerke der öffentlichen Versorgung in Deutschland = Anteil der elektrischen Bruttoleistung (MW) der Kraftwerke in Deutschland nach ihrer Wasserabhängigkeit (wasserabhängig, nicht wasserabhängig, vernachlässigbar, unklar)</p>
<p>Interpretation des Indikatorwerts:</p>	<p>Für den Proxy-Indikator:</p> <p><u>Teil A:</u> Je höher der Indikatorwert, desto effizienter ist die Wassernutzung in den Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung für die Stromerzeugung.</p> <p><u>Teil B:</u> Je höher der Indikatorwert, desto mehr elektrische Arbeit wird in Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung erzeugt.</p> <p><u>Teil C:</u> Je höher der Indikatorwert, desto mehr Wasser wird in den Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung für die Stromerzeugung eingesetzt.</p> <p><u>Zusatz:</u> Je höher der Indikatorwert, desto größer der Anteil der elektrischen Bruttoleistung (MW) der Kraftwerke in Deutschland in der jeweiligen Kategorie</p>

	<p>der Wasserabhängigkeit (wasserabhängig, nicht wasserabhängig, vernachlässigbar, unklar).</p> <p><u>Für den Perspektivischen Indikator:</u></p> <p><u>Teil A:</u> Je höher der Indikatorwert, desto effizienter setzen Wärmekraftwerke der öffentlichen Versorgung das Kühlwasser ein.</p> <p><u>Teil B:</u> Je höher der Indikatorwert, desto mehr elektrische Arbeit und Wärme werden in Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung erzeugt.</p> <p><u>Teil C:</u> Je niedriger der Indikatorwert, desto weniger Kühlwasser wird in den Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung eingesetzt.</p>
--	--

II Einordnung

Handlungsfeld:	Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)
Indikationsfeld:	Anpassung der Energieversorgungsinfrastruktur
Thematischer Teilaspekt:	Effizienzverbesserung und Nutzung technischer Alternativen
DPSIR:	Response

III Herleitung und Begründung

Referenzen auf andere Indikatorenssysteme:	EEA: Environment and Energy Report 2008: Water abstraction for energy cooling (million m ³ /year) in early 1990s and 2002–2005
Begründung:	<p>Die Verfügbarkeit von Frischwasser in ausreichender Qualität und Menge kann ein Flaschenhals für die Stromerzeugung in thermischen Kraftwerken sein. So haben die heißen Sommer in den Jahren 2003 und 2006 gezeigt, dass es im Zusammenhang mit Hitze und Trockenheit zu Einschränkungen der Stromproduktion aufgrund von Problemen mit der Kühlwasserentnahme bzw. mit der Rückführung von Kühlwasser in die Gewässer kommen kann. Beispielsweise waren während der sommerlichen Hitzeperiode im Jahr 2003 europaweit über 30 Kernkraftanlagen gezwungen, ihre Stromproduktion zu drosseln bzw. ganz einzustellen, in Deutschland z. B. Kraftwerke an Isar und Rhein. Im Jahr 2006 kam es zu kühlwassertemperaturbedingten Einschränkungen der Stromproduktion in thermischen Kraftwerken an den Ufern von Weser und Elbe.</p> <p>Im Zusammenhang mit dem Klimawandel wird erwartet, dass Trocken- und Hitzephasen häufiger, intensiver und länger auftreten können. Die Temperaturen in Fließgewässern können daher langfristig in Sommermonaten zu-, die Abflussmengen abnehmen. In der Konsequenz wird damit gerechnet, dass es häufiger zu Situationen kommen kann, in denen die Möglichkeiten zur Rückführung von gebrauchtem Kühlwasser bzw. zur Entnahme von Kühlwasser eingeschränkt sind und die beschriebenen Auswirkungen auf die Stromproduktion in thermischen Kraftwerken zukünftig zunehmen können.</p> <p>Eine Verbesserung der Techniken zielt daher u. a. auf die Mehrfach bzw. Kreislaufnutzung von Wasser. Im Zusammenhang mit der Klimaanpassung können Prozesse dann als angepasst angesehen werden, wenn sie mit möglichst wenig Frischwasser auskommen und Frischwasser möglichst effizient nutzen. Ein abnehmender Frischwassereinsatz bzw. eine Erhöhung der Frischwassereffizienz unterstützt damit den Prozess der Anpassung an nachteilige Klimafolgen für die Energieerzeugung.</p> <p>Damit der Indikator die Wassereffizienz der Wärmekraftwerke für die öffentliche Versorgung möglichst zielgenau abbildet, berücksichtigt er zum einen deren gesamten Energieoutput, d. h. sowohl die Elektrizitäts- als auch die Wärmeer-</p>

	<p>zeugung. Dies ist seit 2003 möglich, da seit diesem Jahr aufgrund der steigenden Bedeutung der Kraft-Wärme-Kopplung die Wärmeerzeugung der Wärmekraftwerke zur öffentlichen Versorgung in die Statistik aufgenommen wurde. Zum anderen verwendet der Indikator als weitere Eingangsgröße Daten zur tatsächlich absolut für Kühlzwecke entnommenen Wassermenge, differenziert nach Einfach-, Mehrfach- und Kreislaufnutzung. Diese sind in der dreijährlichen Statistik seit dem Jahr 2007 enthalten, so dass ab diesem Jahr auch die Berücksichtigung der für eine Mehrfach- und Kreislaufnutzung entnommenen Wassermenge für Kühlzwecke und damit ein Bezug zur insgesamt für Kühlzwecke entnommenen Wassermenge möglich ist.</p>
<p>Begründung für den Proxy-Indikator:</p>	<p>Der Indikator zeigt in seiner aktuellen Fassung die Menge des zur Einfachnutzung insgesamt entnommenen Frischwassers in Bezug zur Elektrizitätserzeugung in thermischen Kraftwerken.</p> <p>Eine zielgenaue Berechnung des Indikators, d. h. unter Berücksichtigung des gesamten Energieoutputs in Form von Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung sowie bezogen ausschließlich auf die Kühlzwecke entnommene Frischwassermenge, ist erst seit dem Jahr 2007 möglich. Seit diesem Jahr enthält die zugrunde liegende Statistik die für die Berechnung des Indikators notwendige Differenzierung der absolut für Kühlzwecke entnommenen Wassermenge nach Einfach-, Mehrfach- und Kreislaufnutzung. Da die Statistik zur Wasserverwendung in einem dreijährlichen Rhythmus veröffentlicht wird und für die aufwändige Datenaufbereitung nach der Erhebung noch mehrere Jahre vergehen können, liegen die fachlich erforderlichen Daten bislang nur für die Jahre 2007 und 2010 vor.</p> <p>Der Indikator lässt sich also bereits für die Jahre 2007 und 2010 berechnen. Ausschlaggebend für die Formulierung des Proxy-Indikators war aber der Wunsch, eine lange Zeitreihe abbilden zu können, die für den Proxy-Indikator bis zum Jahr 1991 zurückreicht und für die nur kleinere inhaltliche Abstriche hinzunehmen sind:</p> <p>Für den Proxy-Indikator wird die insgesamt für die einfache Nutzung entnommene Wassermenge verwendet. Eine Unterscheidung der für Kühlzwecke und für produktionsspezifische Zwecke entnommenen Wassermenge, die eine genauere Aussage durch einen ausschließlichen Bezug zur Kühlwassermenge erlaubt, liegt erst seit dem Jahr 1998 vor. Da der Anteil von Kühlwasser daran etwa 95 % beträgt und nur ca. 5 % für produktionsspezifische Zwecke entnommen werden ist der Proxy-Indikator aber auch mit dem Bezug auf die zu weit gefasste Grundgesamtheit hinreichend präzise.</p> <p>Der Proxy-Indikator bezieht sich nur auf die Elektrizitätserzeugung. Seit dem Jahr 2003 wurde aufgrund der steigenden Bedeutung der Kraft-Wärme-Kopplung die Wärmeerzeugung der Wärmekraftwerke zur öffentlichen Versorgung in die Statistik aufgenommen. Damit lässt sich seither der gesamte Energieoutput der Wärmekraftwerke darstellen. Der Proxy-Indikator wird dennoch über das Jahr 2003 hinaus fortgeführt, da sich im Jahr 2007 die oben angesprochenen weiteren Änderungen an der Statistik zur Wasserverwendung ergeben haben. Bis einschließlich des Jahres 2004 wurden die Zahlen für die Mehrfachnutzung nicht in Kühl- und produktionsspezifische Zwecke unterschieden. Zudem wurden die Daten für Mehrfach- und Kreislaufnutzung hochgerechnet auf diejenige Wassermenge, die erforderlich wäre, wenn für die einzelnen Nutzungen jeweils Frischwasser eingesetzt würde.</p> <p>Der perspektivische Indikator kann bei Vorliegen einer ausreichend langen Datenreihe die Wassereffizienz anhand der Relation der gesamten für Kühlzwecke entnommenen Wassermenge zum gesamten Energieoutput der Wärmekraftwerke für die öffentliche Versorgung darstellen. Damit sind im Vergleich zum bislang möglichen Proxy-Indikator die darzustellenden Sachverhalte präziser erfasst und die aus der eingeschränkten Datenverfügbarkeit resultierende Unschärfe des Proxy-Indikators wird aufgelöst.</p>

Schwächen:	<p>Die dem Indikator zugrundeliegenden Daten zur Wasserverwendung sind der „Umweltstatistik - Erhebung der nichtöffentlichen Wasserversorgung und der nichtöffentlichen Abwasserbeseitigung“ entnommen und dort nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige differenziert abgelegt. Die Klassifikationen werden von Zeit zu Zeit an geänderte Verhältnisse angepasst, da bei Wirtschaftszweigklassifikationen ökonomische Veränderungen und der technologische Wandel eine entscheidende Rolle spielen. Eine direkte Vergleichbarkeit der Ergebnisse einzelner Wirtschaftszweige ist jeweils nach Anpassungen der Klassifikation mit dem StBA abzuklären. Für den Wirtschaftszweig Energieversorgung ist für die Umstellung von WZ2003 auf WZ2008 Vergleichbarkeit gegeben.</p> <p>Die Daten für die Wasserabhängigkeit der Wärmekraftwerke der öffentlichen Versorgung werden nicht archiviert. Es muss ein zuverlässiger jährlicher Datenabruf zum festgelegten Stichtag erfolgen. Eine Zeitreihendarstellung ist entsprechend dem ersten diesbezüglichen Abruf der Datenbank vom 29. November 2010 ab dem Jahr 2010 möglich. Der Stichtag für künftige Datenbankabfragen sollte sich auf dieses Datum beziehen.</p> <p><u>Für den Proxy-Indikator:</u></p> <p>Eine präzise Darstellung des für Kühlnutzung eingesetzten Frischwassers wird bei den Unternehmen seit dem Jahr 2007 abgefragt und ist den Berichtstabellen seither zu entnehmen. Für die Darstellung einer längeren Zeitreihe wird bislang die gesamte zur einmaligen Nutzung entnommene Wassermenge verwendet, die zu 95 % für Kühlzwecke und zu 5 % für produktionsspezifische Zwecke entnommen wird. Hierdurch entsteht eine geringe Unschärfe.</p>
Rechtsgrundlagen, Strategien:	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2008 (DAS)
Ziele:	<p>DAS:</p> <p>Kap. 3.2.3: Im Zusammenhang mit einem Nachfragemanagement sind technische Methoden und Verbesserungen zum effizienteren Einsatz von Wasser möglich und sollten nach dem Prinzip der Verhältnismäßigkeit erwogen werden: - (...) effizientere Kühlung von Kraftwerken, (...)</p> <p>Kap. 3.2.9: Mögliche Risiken in der Versorgung müssen ermittelt und bewertet sowie Maßnahmen zu ihrer Reduzierung eruiert werden.</p>
Berichtspflichten:	keine

IV Technische Informationen

Datenquelle:	<p><u>Teile A bis C:</u> Statistisches Bundesamt: Umweltstatistik - Erhebung der nichtöffentlichen Wasserversorgung und der nichtöffentlichen Abwasserbeseitigung; Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Stromerzeugungsanlagen für die allgemeine Versorgung (EVAS-Nr. 43311)</p> <p><u>Zusatz:</u> Umweltbundesamt (UBA): Kraftwerksdatenbank: Daten zur Wasserabhängigkeit thermischer Kraftwerke</p>	
Räumliche Auflösung:	flächenhaft	NUTS 0
Geographische Abdeckung:	ganz Deutschland	
Zeitliche Auflösung:	<p><u>Teile A und C:</u> zunächst 4-jährlich, seit 1991; dann 3-jährlich, seit 1995</p> <p>Entsprechend der Periodizität der Erhebung der Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung bei Wärmekraftwerken für die öffentliche Versorgung können die Teile A und C nur dreijährlich berechnet werden.</p> <p><u>Teil B:</u> jährlich, seit 1991</p>	

	<u>Zusatz:</u> kontinuierliche Aktualisierung, Zeitreihenbildung kann durch Abruf der Daten zu einem festgelegten jährlichen Stichtag erreicht werden
Beschränkungen:	keine
Verweis auf Daten-Factsheet:	EW-R-4_Daten_Wassereffizienz.xlsx

V Zusatz-Informationen

Glossar:	<p>Wärme kraftwerke: Bezogen auf die Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Stromerzeugungsanlagen für die allgemeine Versorgung (EVAS-Nr. 43311) wird die Elektrizitätserzeugung mit folgenden Energieträgern zur Elektrizitätserzeugung in Wärme kraftwerken zusammengefasst:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Steinkohlen, Steinkohlenkoks, Steinkohlenbriketts, Kohlenwertstoffe aus Steinkohle, Sonstige Steinkohlen • Rohbraunkohlen, Hartbraunkohlen, Braunkohlenbriketts, Braunkohlenkoks, Wirbelschichtkohle, Staub- und Trockenkohle, Sonstige Braunkohlen • Dieselkraftstoff, Heizöl leicht, Heizöl schwer, Flüssiggas, Raffineriegas, Petrolkoks, Sonstige Mineralölprodukte • Erdgas, Erdöl gas, Grubengas, Kokereigas, Hochofengas, Sonstige hergestellte Gase • Feste biogene Stoffe, Flüssige biogene Stoffe, Biogas, Klärgas, Depo niegas, Sonstige erneuerbare Energien • Klärschlamm, Abfall (Hausmüll, Industrie), Abfall (Industrie), Abfall (Hausmüll, Siedlungsabfälle) • Kernenergie • Sonstige Energieträger
Weiterführende Informationen:	<p>EEA – European Economic Association 2008: Energy and environment report 2008. EEA Report No 6/2008. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.</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>

VI Umsetzung – Aufwand und Verantwortlichkeiten

Aufwands-schätzung:	Daten-beschaffung:	2	mehrere datenhaltende Institutionen
	Daten-verarbeitung:	2	Vor der Zusammenführung der Daten zur Darstellung des Indikators ist eine einfache Datenaufbereitung (Nebenrechnungen) notwendig, bestehende Formeln können aber direkt übernommen werden.
	<u>Erläuterung:</u> Bei der Übertragung der Daten aus der Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Stromerzeugungsanlagen für die allgemeine Versorgung (EVAS-Nr. 43311) ist darauf zu achten, dass lediglich die Daten der oben genannten Energieträger zu berücksichtigen sind und die Daten einiger Energieträger keine Berücksichtigung finden. Die Fortschreibung des Indikators nimmt ca. 2 Stunden in Anspruch.		

Datenkosten:	keine
Zuständigkeit:	Koordinationsstelle
	<p><u>Erläuterung:</u> Dem Fachbetreuer obliegt auch die Aufgabe, den bislang verfügbaren Proxy-Indikator ab dem Jahr 2018 auf eine Darstellung des gesamten „Energieoutputs“, d. h. der kumulierten Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Wärmekraftwerke der öffentlichen Versorgung, in Bezug zur gesamten für Kühlzwecke entnommenen Wassermenge umzustellen (perspektivischer Indikator). Damit lässt sich die Wassereffizienz genauer abbilden.</p>

VII Darstellungsvorschlag



