

# **Stromkennzeichnung hessischer Energieversorgungsunternehmen unter der ökologischen Lupe**

Ergebnisse einer EVU-Befragung  
des AK Energie, BUND Hessen  
für das Jahr 2007

November 2007

Der Arbeitskreis Energie im BUND Hessen hat 2007 erstmals die hessischen Energieversorgungsunternehmen (EVU) zur Stromkennzeichnung befragt, also zum Strommix und zu den Umweltauswirkungen des verkauften Stroms. Klar bestätigt hat die Umfrage, dass Hessens Energieversorger deutlich weniger Atomstrom verkaufen als den von der Landesregierung oft genannten Anteil in Höhe von ca. 60%, entsprechend dem hessischen Erzeugungsanteil des AKW Biblis im Normalbetrieb. Ebenso ist deutlich geworden, dass hessische EVU Ökostrom importieren müssen, um die starke Nachfrage ihrer Kunden nach regenerativ erzeugtem Strom bedienen zu können.

Die Angaben zu den Umweltauswirkungen des Atomstroms im Rahmen der Stromkennzeichnung bewertet der BUND Hessen als verharmlosend und intransparent. Der Umweltverband fordert eine allgemein verständliche Veranschaulichung des Gefährdungspotenzials der radioaktiven Abfälle anstelle der Angabe, wie viel Gramm (g) Atom Müll pro kWh Stromerzeugung entsteht. Im bundesdeutschen Durchschnitt werden für das Jahr 2005 pro erzeugter kWh Strom 514 g CO<sub>2</sub> und 0,0008 g radioaktiver Abfall angegeben. Die Angabe der Menge an erzeugtem Atom Müll in derselben physikalischen Einheit wie die Angabe des erzeugten CO<sub>2</sub>, nämlich in Gramm je Kilowattstunde, lässt den Eindruck entstehen, diese minimalen atomaren Abfallmengen seien für Umwelt und Gesundheit belanglos.

Es ist generell irreführend, radioaktive Abfälle in Masseneinheiten analog den CO<sub>2</sub>-Emissionen aufzuführen. Bei radioaktiven Substanzen sind nicht irgendwelche Umweltauswirkungen das Kernproblem, sondern vielmehr die durch potenzielle Freisetzung von Radioaktivität riskierten Gesundheitsschäden. Deren mögliches Ausmaß erschließt sich dem Bürger jedoch nicht aus einer Massenangabe, denn jede noch so kleine Menge freigesetzte Radioaktivität kann eine Krebserkrankung hervorrufen.

Von den 51 hessischen EVU mit Stromvertrieb haben 44 Angaben zur Stromkennzeichnung gemacht. Für den Strommix haben die EVU die prozentualen Anteile an der Gesamt-Stromerzeugung für die Kategorien fossile Energien, erneuerbare Energien und Kernkraft angegeben, zumeist für das Jahr 2005.

Diese Untersuchung ist auch im Internet unter [www.bund-hessen.de](http://www.bund-hessen.de) dargestellt. Dort werden ggf. auch Aktualisierungsmeldungen berücksichtigt.

Die Umfrage zur Stromkennzeichnung wurde als Ergänzung zu der Umfrage über Fördermaßnahmen der hessischen EVU durchgeführt. Die Umfrage über Fördermaßnahmen wird in einem eigenen Dokument präsentiert.

## Motivation und Umfang der Untersuchung

Wie bereits bei der Umfrage über Fördermaßnahmen der hessischen EVU erläutert, geht der Verbrauch von Energie mit großen Umweltbelastungen und Konfliktpotenzialen einher; dies gilt insbesondere für die mit hohem Aufwand erzeugte Energieform Strom. Als Lösung für diese Risiken stehen drei Maßnahmenbündel zur Verfügung: Effizienter Umgang mit Energie, wachsender Einsatz erneuerbarer Energien und rascher Ausstieg aus der Atomenergienutzung.

Neben Politikern und Verbrauchern spielen die Energieversorgungsunternehmen eine zentrale Rolle, um eine zukunftsfähige Energieversorgung zu gestalten. Diese Bedeutung zeigt sich auch in §42 des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG), wonach die EVU verpflichtet sind, Informationen über ihren Strommix und die zugehörigen Umweltauswirkungen offenzulegen. Diese Kennzeichnungspflicht ist seit dem 15. Dezember 2005 in Kraft und soll den Stromkunden helfen, die "Qualität" der Stromproduktion zu bewerten und bei der Wahl des Lieferanten auch Umweltschutzaspekte zu berücksichtigen.

Unter Strommix oder Stromkennzeichnung versteht man die prozentuelle Aufteilung der Energieträger, aus denen der Strom erzeugt wurde, den der Anbieter an den Verbraucher verkauft hat. Die Stromkennzeichnung muss für die Endverbraucher auf der (jährlichen) Stromrechnung und auf allen Werbematerialien angegeben sein. Folgende Daten müssen veröffentlicht werden:

- der Strommix des Unternehmens (Händlermix), der alle Kunden des Händlers, die Endverbraucher sind, zusammenfasst.
- Informationen über Umweltauswirkungen pro Kilowattstunde:
  - Kohlendioxid-Emissionen (CO<sub>2</sub>), die für die globale Erwärmung vorrangig verantwortlich gemacht werden.
  - Menge des radioaktiven Abfalls.
- bundesweite Durchschnittswerte für alle Angaben, damit ein Vergleich möglich ist

Die vorliegende Untersuchung befasst sich mit dem Strommix der EVU im obigen Sinne. Angaben von EVU zu speziellen Stromtarifen (Produktmix), z. B. "100 % Wasserkraft" wurden in der Untersuchung nicht berücksichtigt. Eine Auswertung solcher Zusatztarife würde die Auswertung sehr unübersichtlich machen, zudem sind diese Tarife nur schwer miteinander vergleichbar.

Die Untersuchung kann und soll keine Bewertung der einzelnen EVU leisten. Dazu müssten die Risiken von CO<sub>2</sub> und radioaktivem Abfall gegeneinander abgewogen werden, was kaum sinnvoll wäre. Daher wird aus den Angaben zum Strommix auch keine Rangfolge der EVU abgeleitet. Möglich sind dagegen Schlussfolgerungen über die Qualität des in Hessen verbrauchten Stroms. Im Einzelfall eignet sich die Stromkennzeichnung auch, um die ökologische Qualität eines EVU anhand des erneuerbaren Stromanteils grob einzuschätzen. Allerdings müsste dazu die Zusammensetzung des erneuerbar erzeugten Stromanteils bekannt sein, insbesondere wie viel auf das Konto der so genannten alten Wasserkraft geht, die mit einer Energiewende wenig zu tun hat.

## Die Befragung und ihre Ergebnisse

Die Tabelle gibt eine Gesamtübersicht. Die EVU wurden bis zu zweimal angeschrieben und um die Zusendung der Stromkennzeichnung in der Form gebeten, wie sie auch den Kunden zur Verfügung gestellt wird. Insbesondere wurden die EVU um detaillierte Informationen zum Energieträgermix gebeten, explizit zu den Anteilen der einzelnen regenerativen und fossilen Energien, zum Anteil von EEG-

Strom, zu dem mit Kraft-Wärme-Kopplung erzeugten Strom und zu Strom aus unbekannter Herkunft. Bei Nichtbeantwortung beider Anfragen wurden zusätzlich die Angaben auf der Homepage des EVU zu Rate gezogen.

Der BUND-Arbeitskreis Energie Hessen führt die in der Tabelle dargestellten Daten nach bestem Wissen, kann aber keine Gewähr für Vollständigkeit und Fehlerfreiheit übernehmen. Für die Meldung von Irrtümern oder Änderungen sind wir dankbar und werden diese bei Aktualisierungen der Internetdarstellung berücksichtigen.

Wie die Tabelle zeigt, konnte die Stromkennzeichnung von 44 EVU (86%) ermittelt werden, von 7 EVU (14%) gab es weder eine Rückmeldung noch war eine Information auf der Homepage zu finden. Neben den hessischen EVU sind zum Vergleich unterhalb der Tabelle die Stromkennzeichnungen für den Deutschland-Mix (Quelle: VDEW) und für 4 reine, bundesweit anbietende Ökostromanbieter (Natur-StromHandel GmbH, Energiewerke Schönau, Greenpeace Energy, LichtBlick) aufgeführt. In der Regel sind die Angaben gültig für das Jahr 2005.

Alle EVU gaben im Strommix lediglich die Aufteilung in die Gruppen *Erneuerbare Energien*, *Fossile Energien* und *Kernenergie* (Atomkraft) an. Die vom AK Energie angefragte, detailliertere Darstellung wurde in keinem Fall berücksichtigt. Dies ist sehr zu bedauern, weil auf diese Weise nur eine grobe Analyse der Stromproduktion auf ökologische Belange hin möglich ist.

Die Angaben zu CO<sub>2</sub>-Emissionen und radioaktivem Abfall wurden von den EVU generell in der Einheit Gramm je Kilowattstunde (g/kWh) gemacht. Die Angaben zum radioaktiven Abfall hat der AK Energie außerdem auch in der Einheit Mikrogramm je Kilowattstunde (µg/kWh) angegeben. Hierfür gibt es zwei Gründe: Es soll dem durch die Nachkommen erzeugten (falschen) Eindruck entgegengewirkt werden, die winzigen atomaren Abfallmengen seien für Umwelt und Gesundheit belanglos. Zum anderen eröffnet die angemessene Einheit µg/kWh die Möglichkeit, drei sinnvolle Stellen anzugeben, und könnte damit – wenn die EVU dies anwenden würden – die gleichmachenden Rundungsungenauigkeiten der EVU-Angaben unterbinden.

Die Spalten *Tonnen CO<sub>2</sub> p.a.* und *Gramm rad. Abfall p.a.* zeigen an, welche „Umweltauswirkungen“ der Stromverbrauch eines 2- und eines 4-Personenhaushalts pro Jahr hat, jeweils berechnet für einen vorbildlich umweltbewussten Haushalt und für einen durchschnittlichen, weniger sparsamen Haushalt. Dies soll Privatkunden als Hinweis dienen, welche „Umweltauswirkungen“ durch den eigenen Stromverbrauch entstehen und gleichzeitig als Anreiz, durch Wahl des Anbieters und durch verringerten Stromverbrauch die Umwelt zu entlasten.

## Bewertungen und Schlussfolgerungen

Grundsätzlich bedauert und kritisiert der BUND, dass die Angaben der Stromkennzeichnung sehr ungenau und den Kunden keine Hilfe sind, um die „Umweltauswirkungen“ des bezogenen Stroms zu beurteilen. Die Aufteilung des Strommix in drei Energieträger-Gruppen ist auch zu grob, als dass daraus die ökologische Qualität des Stroms eines EVU bewertet werden könnte. Beispielsweise ist es nicht möglich zu erkennen, ob fossil erzeugter Strom eines EVU aus besonders klimaschädlichen Braunkohlekraftwerken stammt oder aus relativ umweltfreundlicher Kraft-Wärme-Kopplung. Daher fordert der Umweltverband, dass die Angaben zur Aufteilung der Energieträger viel detaillierter erfolgen müssen.

Da eine Einzelbewertung der EVU entfallen muss, hat der AK Energie die Daten der Stromkennzeichnung statistisch ausgewertet und in Diagrammform veranschaulicht. Die Angabe des radioaktiven Abfalls in der Stromkennzeichnung analog den CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Einheit g/kWh hat den AK Energie außerdem veranlasst, das Gefährdungspotential des radioaktiven Abfalls plastischer und realitätsnäher darzustellen.

### Diagramm „Korrelation CO<sub>2</sub>-Emission / radioaktiver Abfall“

Das Punktdiagramm *„Korrelation CO<sub>2</sub>-Emission / radioaktiver Abfall“* zeigt, welche CO<sub>2</sub>-Emissionen (x-Achse) und wie viel radioaktiver Abfall (y-Achse) einem EVU zuzuordnen sind. Je näher ein Punkt am Nullpunkt liegt, umso geringer sind die Umweltauswirkungen des EVU-Strommixes. Grundsätzlich zeigt sich dabei, dass bei hessischen EVU wenig radioaktiver Abfall (Punkte nahe der x-Achse) einhergeht mit hoher CO<sub>2</sub>-Emission und umgekehrt. Anders gesagt, kann man sich bei hessischen EVU grundsätzlich nur zwischen mehr oder weniger fossilen Kraftwerken und Atomkraftwerken entscheiden, nach Ansicht des BUND eine Wahl zwischen Teufel und Beelzebub.

Das prinzipiell bessere Produkt bieten hier die reinen Ökostromanbieter, deren grüne Sterne am Nullpunkt beweisen, dass man Strom sowohl ohne CO<sub>2</sub>-Emissionen als auch ohne radioaktiven Abfall beziehen kann.

Im Einzelfall zeigt das Punktdiagramm auch an, ob das eigene EVU im Verhältnis zu anderen hessischen EVU die Umwelt mehr oder weniger belastet. Die genauen Daten zu den Punkten sind der Tabelle zu entnehmen.

Auffallend sind die drei Datenpunkte mit sehr geringen CO<sub>2</sub>-Emissionen von ca. 100 g/kWh. Sie gehören zu den EVU Nr. 08, 14 und 43, obwohl bei diesen EVU der fossile Anteil zwischen 34% und 44%, also im "normalen" Bereich liegt. Hier vermuten wir fehlerhafte Angaben. In der Tat hat das EVU Nr. 43 inzwischen für 2006 den CO<sub>2</sub>-Wert auf 371 g/kWh hochgestuft.

### Häufigkeitsverteilungen der Energieanteile

Den Diagrammen *„Anteil Erneuerbare Energien“*, *„Anteile Fossile Energien“* und *„Anteile Atomkraft“* liegt eine statistische Auswertung des Strommixes zugrunde. Die Diagramme zeigen eine Häufigkeitsverteilung des jeweiligen Stromanteils.

Für jedes Diagramm wurde zunächst die Bandbreite des Energieanteils bestimmt, der z. B. bei erneuerbaren Energien etwa im Bereich von 9% bis 25% liegt. Daraus wurden mehrere Intervalle gleicher Breite gebildet und die Anzahl der EVU bestimmt, deren Energieanteil im jeweiligen Intervall liegt. Im Beispiel erneuerbare Energien wurden 9 Intervalle mit jeweils 2% Breite von 8% bis 26% gebildet; das EVU Bad Hersfeld mit 17% erneuerbaren Energien wurde dem Intervall 5 (16–18%) zugeordnet, das EVU Bebra mit 9,2% dem Abschnitt 1 (8–10%). Dem Intervall 2, in dem auch der Bundesdurchschnitt liegen würde, wurden 3 EVU zugeordnet. Bei fossilen Energien wurden 10 Intervalle mit 3,5% Breite von 32%...67% gebildet, bei Atomkraft 10 Intervalle mit 4% Breite von 15%...55%. Zum Vergleich ist in jedem Diagramm der Energieanteil im Bundesdurchschnitt angegeben.

Zwar kann man aus den Daten des Strommixes nicht ableiten, welche absolute Strommenge in Hessen verbraucht wurde, jedoch kann man die Anteile zu bekannten statistischen Daten ins Verhältnis setzen. So ist bekannt, dass der Anteil des im Jahr 2005 in Hessen erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energien nur etwa 4% beträgt. Aus der Häufigkeitsverteilung für erneuerbare Energien ergibt sich, dass die hessische Nachfrage nach regenerativen Energien deutlich über diesem Wert liegt. Die hessischen EVU sind daher gezwungen, ihren Ökostrom zum größeren Teil zu importieren.

Ebenso äußert sich die hessische Landesregierung immer wieder dahingehend, dass das Atomkraftwerk Biblis – wenn es denn nicht wegen Problemen wie falsch montierter Dübel stillsteht – etwa 60% zu dem in Hessen verbrauchten Strom beitrage. Die Häufigkeitsverteilung der hessischen Atomstromlieferungen durch die EVU zeigt jedoch, dass der Anteil Atomstrom beim Strommix der hessischen EVU zwar über dem Bundesdurchschnitt von 29% liegt, gleichzeitig aber auch den von der Landesregierung immer wieder zitierten Anteil deutlich verfehlt. Es ist ersichtlich, dass der vom AKW Biblis produzierte,

in Hessen aber nicht abgenommene, Atomstrom exportiert wird; Hessen muss daher weit weniger von Atomstrom abhängig sein, als die Landesregierung glauben machen will.

Der im Vergleich zum Bundesschnitt geringere Anteil fossiler Energien erklärt sich durch den erhöhten Anteil Atomstrom im Strommix. Eine detailliertere Analyse dieses Diagramms wäre wünschenswert, jedoch fehlt hierzu die Datenbasis.

### Umweltauswirkungen radioaktiver Abfälle<sup>1</sup>

Sowohl bei CO<sub>2</sub>-Emissionen wie bei radioaktivem Abfall wird die physikalische Einheit g/kWh Gramm pro Kilowattstunde verwendet. Im Bundesmittel (Jahr 2005) ergeben sich die Werte 514 g/kWh für CO<sub>2</sub> und 0,0008 g/kWh für radioaktiven Abfall.

Die Masse des radioaktiven Abfalls je kWh ist also im Mittel über 500 000 mal kleiner als die des emittierten CO<sub>2</sub>. Es entsteht der Eindruck, diese minimalen atomaren Abfallmengen seien für Umwelt und Gesundheit belanglos. Verstärkt wird dieser Eindruck durch die vielen Nachkommastellen, die sich durch die von den EVU bewusst zu groß gewählte Einheit g/kWh ergeben. Mit der angemessenen Einheit µg/kWh (Mikrogramm pro Kilowattstunde) würde obiger Wert 800 µg/kWh lauten und die Möglichkeit eröffnen, drei sinnvolle Stellen anzugeben. Dadurch würden auch die gleichmachenden Rundungungenauigkeiten der EVU-Angaben unterbunden.

Generell ist es irreführend, radioaktive Abfälle überhaupt in Masseneinheiten wie die CO<sub>2</sub>-Emissionen aufzuführen. Denn bei radioaktiven Substanzen sind nicht irgendwelche Umweltauswirkungen das Kernproblem, sondern vielmehr die durch potenzielle Freisetzung von Radioaktivität riskierten Gesundheitsschäden. Deren mögliches Ausmaß erschließt sich dem Bürger jedoch nicht aus einer Massenangabe.

Der genannte Wert hat einen weiteren Mangel: Es wird nur ein Teil der radioaktiven Abfälle und Freisetzungen einbezogen. Es fehlen:

- die erheblichen Abfallströme und Emissionen, die beim Abbau von Uran und bei der Aufbereitung zu Brennelementen entstehen;
- mittel- und schwachaktive Betriebsabfälle sowie gasförmige und flüssige Ableitungen der Kernkraftwerke im Normalbetrieb;
- Abfallströme und Emissionen der sogenannten Entsorgungsschritte mit allen Stationen der Abfallbehandlung, Lagerung und Rückbau von AKW;
- potenzielle Emissionen bei Stör- und Katastrophenfällen (vgl. Tschernobyl), die mit einem klar deklarierten Eintritts-Wahrscheinlichkeitsfaktor berücksichtigt werden müssten.

Aus Sicht des BUND muss das Gefährdungspotenzial radioaktiver Abfälle deutlich besser veranschaulicht werden. Zur groben Illustration des extrem langfristigen Gefährdungspotenzials radioaktiver Abfälle, das selbst von scheinbar unbedeutenden Mengen ausgeht, hat der AK Energie zwei anschauliche Abschätzungen entwickelt:

1. Das potenzielle Risiko, tödliche Krebsfälle zu erzeugen, bezogen auf eine Kilowattstunde elektrischer Energie.

Bereits die bei nur einer Kilowattstunde Atomstromerzeugung anfallenden radioaktiven Abfälle, würden sie in die Biosphäre gelangen, könnten allein durch das Isotop Plutonium-239 mehrere tödliche Krebserkrankungen auslösen.

---

<sup>1</sup> Ein ausführlicher Kommentar zur Angabe der „Umweltauswirkungen“ in der Stromkennzeichnung befindet sich im Anhang.

Eine Kilowattstunde elektrische Energie ist im Haushalt schnell verbraucht. Man kann damit z. B. ein bis zwei Mal das Normalprogramm einer Wasch- oder Spülmaschine bestreiten und erzeugt dabei unbewusst das potenzielle Risiko mehrerer tödlicher Krebsfälle.

2. Die Wassermenge, mit der radioaktiver Abfall (entsprechend einer Kilowattstunde Strom) verdünnt werden müsste, um die Trinkwasser-Grenzwerte zu unterschreiten.

Die Wassermenge verdeutlicht, welche extremen Anforderungen an ein Atommüll-Endlager gegen Leckagen über Zehntausende von Jahren oder auch gegen ein Verseuchungsrisiko durch Freisetzungen aus Reaktoren, Lagern und Wiederaufarbeitungsanlagen im Normalbetrieb und bei Unfällen zu stellen sind.

Nach einer Abschätzung des BUND sind für die bei der Erzeugung von nur einer Kilowattstunde Atomstrom anfallenden Abfälle nach 100 Jahren Abklingzeit noch etwa 80 m<sup>3</sup> Wasser erforderlich, um die Grenzwerte der radioaktiven Belastung im Trinkwasser einzuhalten.

In einem Reaktorblock der 1000 Megawatt-Klasse (Biblis Block A hat eine elektrische Bruttoleistung von 1225 Megawatt) entsteht jährlich eine Abfallmenge von ca. 30 Tonnen abgebrannter Brennelemente im Normalbetrieb. Nach 100 Jahren Abklingzeit wären – um in diesem Bild zu bleiben – noch etwa 1000 km<sup>3</sup> Wasser erforderlich, um diese Menge Abfälle soweit zu verdünnen, dass die Trinkwasser-Grenzwerte unterschritten würden. Zum Vergleich: Die Gesamtwassermenge aller Flüsse auf der Erde beträgt etwa 2000 km<sup>3</sup>.

## Fazit

Die erstmalige Umfrage zur Stromkennzeichnung zeigt, dass die Angaben den Kunden nur wenig helfen, die Umweltqualität ihres Stroms zu beurteilen. Diese von den EVU absichtlich herbeigeführte Intransparenz muss beseitigt werden. Zumindest zeigt der Vergleich mit reinen Ökostromanbietern wie Naturstrom, dass umweltfreundlicher Strom schon heute lieferbar ist.

Intransparent sind auch die Angaben zu den Umweltauswirkungen radioaktiver Abfälle. Der BUND Hessen fordert deswegen eine allgemein verständliche Veranschaulichung des Gefährdungspotenzials der radioaktiven Abfälle, beispielsweise durch die Angabe des potenziellen Risikos, tödliche Krebsfälle zu erzeugen, oder die Angabe der Wassermenge, mit der radioaktiver Abfall verdünnt werden muss, um die Trinkwasser-Grenzwerte zu unterschreiten (jeweils bezogen auf eine Kilowattstunde elektrischer Energie). So erzeugt schon das ein- bis zweimalige Ablaufen des Normalprogramms einer Wasch- oder Spülmaschine das potenzielle Risiko mehrerer tödlicher Krebsfälle.

Der hessische Strommix beweist, dass Hessens Energieversorger deutlich weniger Atomstrom verkaufen als das AKW Biblis laut Landesregierung produzieren soll. Hessen ist also nicht so sehr von Atomkraft abhängig wie oft unterstellt wird. Umgekehrt müssen hessische EVU Ökostrom importieren, um die starke Nachfrage ihrer Kunden nach regenerativ erzeugtem Strom bedienen zu können. Dies unterstreicht, wie viel Nachholbedarf das Land Hessen in Sachen erneuerbarer Energien hat.

Der BUND hofft, dass diese Untersuchung die Kunden anregt, stärker auf die Umweltqualität ihres Stroms zu achten. Gleichzeitig ist dies ein Appell an die hessische Landespolitik, der Förderung erneuerbarer Energien endlich den erforderlichen Stellenwert zu geben.

| <b>BUND-AK Energie Hessen</b><br><br><b>Stromkennzeichnung der hessischen Strom-EVU</b><br><br>Umfrage 2007 (Werte meist von 2005) | Gesamt: Erneuerbare       | Gesamt: Fossile | Gesamt: Atomkraft | CO2 in g/kWh | Rad. Abfall in g/kWh | Rad. Abfall in µg/kWh | 2-Personen vorbildlich | 2-Pers. Durchschnitt | 4-Personen vorbildlich | 4-Pers. Durchschnitt | 2-Personen vorbildlich        | 2-Pers. Durchschnitt | 4-Personen vorbildlich | 4-Pers. Durchschnitt |
|--|---------------------------|-----------------|-------------------|--------------|----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
|  | <b>Stromkennzeichnung</b> |                 |                   |              |                      |                       | <b>Tonnen CO2 p.a.</b> |                      |                        |                      | <b>Gramm rad. Abfall p.a.</b> |                      |                        |                      |
| <b>Ort, EVU</b>  |                           |                 |                   |              |                      |                       |                        |                      |                        |                      |                               |                      |                        |                      |
| 01 Bad Hersfeld, SW  | 17,0%                     | 34,0%           | 49,0%             | 272          | 0,00130              | 1300                  | 0,4                    | 0,8                  | 0,6                    | 1,2                  | 1,9                           | 3,9                  | 2,8                    | 5,8                  |
| 02 Bad Nauheim, SW   | 18,3%                     | 36,8%           | 44,9%             | 306          | 0,00160              | 1600                  | 0,4                    | 0,9                  | 0,7                    | 1,4                  | 2,3                           | 4,8                  | 3,4                    | 7,1                  |
| 03 Bad Orb, SW   |                           |                 |                   |              |                      |                       |                        |                      |                        |                      |                               |                      |                        |                      |
| 04 Bad Soden-Allendorf, SW   | 11,0%                     | 40,0%           | 44,0%             | 245          | 0,00170              | 1700                  | 0,4                    | 0,7                  | 0,5                    | 1,1                  | 2,5                           | 5,2                  | 3,7                    | 7,5                  |
| 05 Bad Vilbel, SW  |                           |                 |                   |              |                      |                       |                        |                      |                        |                      |                               |                      |                        |                      |
| 06 Bebra, SW   | 9,2%                      | 36,5%           | 54,3%             | 304          | 0,00200              | 2000                  | 0,4                    | 0,9                  | 0,7                    | 1,3                  | 2,9                           | 6,1                  | 4,3                    | 8,9                  |
| 07 Bensheim, GGEW  | 15,0%                     | 47,4%           | 37,6%             | 447          | 0,00100              | 1000                  | 0,6                    | 1,4                  | 1,0                    | 2,0                  | 1,5                           | 3,0                  | 2,2                    | 4,4                  |
| 08 Biedenkopf, SW  | 17,4%                     | 34,2%           | 48,4%             | 103          | 0,00100              | 1000                  | 0,1                    | 0,3                  | 0,2                    | 0,5                  | 1,5                           | 3,0                  | 2,2                    | 4,4                  |
| 09 Butzbach, EVB   |                           |                 |                   |              |                      |                       |                        |                      |                        |                      |                               |                      |                        |                      |
| 10 Darmstadt, ENTEGA   | 15,0%                     | 48,0%           | 37,0%             | 213          | 0,00099              | 990                   | 0,3                    | 0,6                  | 0,5                    | 0,9                  | 1,4                           | 3,0                  | 2,1                    | 4,4                  |
| 11 Dreieich, SW  |                           |                 |                   |              |                      |                       |                        |                      |                        |                      |                               |                      |                        |                      |
| 12 Eschwege, SW  | 17,0%                     | 34,0%           | 49,0%             | 273          | 0,00180              | 1800                  | 0,4                    | 0,8                  | 0,6                    | 1,2                  | 2,6                           | 5,5                  | 3,9                    | 8,0                  |
| 13 Eschw.-Niederhone, EWRohmund  | 20,0%                     | 32,0%           | 48,0%             | 271          | 0,00120              | 1200                  | 0,4                    | 0,8                  | 0,6                    | 1,2                  | 1,7                           | 3,6                  | 2,6                    | 5,3                  |
| 14 Frankenberg/Eder, EGF   | 17,0%                     | 34,0%           | 48,0%             | 105          | 0,00100              | 1000                  | 0,2                    | 0,3                  | 0,2                    | 0,5                  | 1,5                           | 3,0                  | 2,2                    | 4,4                  |
| 15 Frankfurt/M, Süwag Energie  | 13,0%                     | 60,0%           | 27,0%             | 651          | 0,00070              | 700                   | 0,9                    | 2,0                  | 1,4                    | 2,9                  | 1,0                           | 2,1                  | 1,5                    | 3,1                  |
| 16 Frankfurt/M, Mainova  | 19,0%                     | 66,0%           | 15,0%             | 500          | 0,00050              | 500                   | 0,7                    | 1,5                  | 1,1                    | 2,2                  | 0,7                           | 1,5                  | 1,1                    | 2,2                  |
| 17 Friedberg, OVAG   | 18,3%                     | 36,8%           | 44,9%             | 306          | 0,00160              | 1600                  | 0,4                    | 0,9                  | 0,7                    | 1,4                  | 2,3                           | 4,8                  | 3,4                    | 7,1                  |
| 18 Fritzlar, SW  |                           |                 |                   |              |                      |                       |                        |                      |                        |                      |                               |                      |                        |                      |
| 19 Fulda, ÜWAG   | 19,0%                     | 45,0%           | 36,0%             | 365          | 0,00100              | 1000                  | 0,5                    | 1,1                  | 0,8                    | 1,6                  | 1,5                           | 3,0                  | 2,2                    | 4,4                  |
| 20 Gelnhausen, KWG   | 17,0%                     | 35,0%           | 48,0%             | 324          | 0,00100              | 1000                  | 0,5                    | 1,0                  | 0,7                    | 1,4                  | 1,5                           | 3,0                  | 2,2                    | 4,4                  |
| 21 Gelnhausen, SW  | 20,0%                     | 32,0%           | 48,0%             | 271          | 0,00120              | 1200                  | 0,4                    | 0,8                  | 0,6                    | 1,2                  | 1,7                           | 3,6                  | 2,6                    | 5,3                  |
| 22 Gießen, SW  | 17,0%                     | 48,0%           | 35,0%             | 351          | 0,00100              | 1000                  | 0,5                    | 1,1                  | 0,8                    | 1,6                  | 1,5                           | 3,0                  | 2,2                    | 4,4                  |
| 23 Groß-Gerau, SW  | 18,0%                     | 44,0%           | 38,0%             | 245          | 0,00085              | 850                   | 0,4                    | 0,7                  | 0,5                    | 1,1                  | 1,2                           | 2,6                  | 1,8                    | 3,8                  |
| 24 Groß-Gerau, eprimo GmbH   | 18,0%                     | 44,0%           | 38,0%             | 245          | 0,00085              | 850                   | 0,4                    | 0,7                  | 0,5                    | 1,1                  | 1,2                           | 2,6                  | 1,8                    | 3,8                  |
| 25 Großkotzenburg, GW  |                           |                 |                   |              |                      |                       |                        |                      |                        |                      |                               |                      |                        |                      |
| 26 Haiger, SW  |                           |                 |                   |              |                      |                       |                        |                      |                        |                      |                               |                      |                        |                      |
| 27 Hanau, SW   | 13,0%                     | 54,4%           | 32,6%             | 750          |                      |                       | 1,1                    | 2,3                  | 1,6                    | 3,3                  |                               |                      |                        |                      |
| 28 Herborn, SW   | 12,0%                     | 65,0%           | 23,0%             | 611          | 0,00070              | 700                   | 0,9                    | 1,9                  | 1,3                    | 2,7                  | 1,0                           | 2,1                  | 1,5                    | 3,1                  |
| 29 Homberg/Efze, KraftstromBG  | 18,0%                     | 36,0%           | 46,0%             | 265          | 0,00200              | 2000                  | 0,4                    | 0,8                  | 0,6                    | 1,2                  | 2,9                           | 6,1                  | 4,3                    | 8,9                  |
| 30 Hünfeld, SW   | 18,0%                     | 45,0%           | 37,0%             | 356          | 0,00100              | 1000                  | 0,5                    | 1,1                  | 0,8                    | 1,6                  | 1,5                           | 3,0                  | 2,2                    | 4,4                  |
| 31 Kassel, E.ON Mitte  | 20,0%                     | 32,0%           | 48,0%             | 271          | 0,00120              | 1200                  | 0,4                    | 0,8                  | 0,6                    | 1,2                  | 1,7                           | 3,6                  | 2,6                    | 5,3                  |
| 32 Kassel, SW  | 15,0%                     | 48,0%           | 37,0%             | 359          | 0,00130              | 1300                  | 0,5                    | 1,1                  | 0,8                    | 1,6                  | 1,9                           | 3,9                  | 2,8                    | 5,8                  |
| 33 Korbach, EWF  | 21,0%                     | 52,0%           | 27,0%             | 348          | 0,00070              | 700                   | 0,5                    | 1,1                  | 0,7                    | 1,5                  | 1,0                           | 2,1                  | 1,5                    | 3,1                  |
| 34 Langen, SW  | 16,8%                     | 65,3%           | 17,9%             | 423          | 0,00020              | 200                   | 0,6                    | 1,3                  | 0,9                    | 1,9                  | 0,3                           | 0,6                  | 0,4                    | 0,9                  |



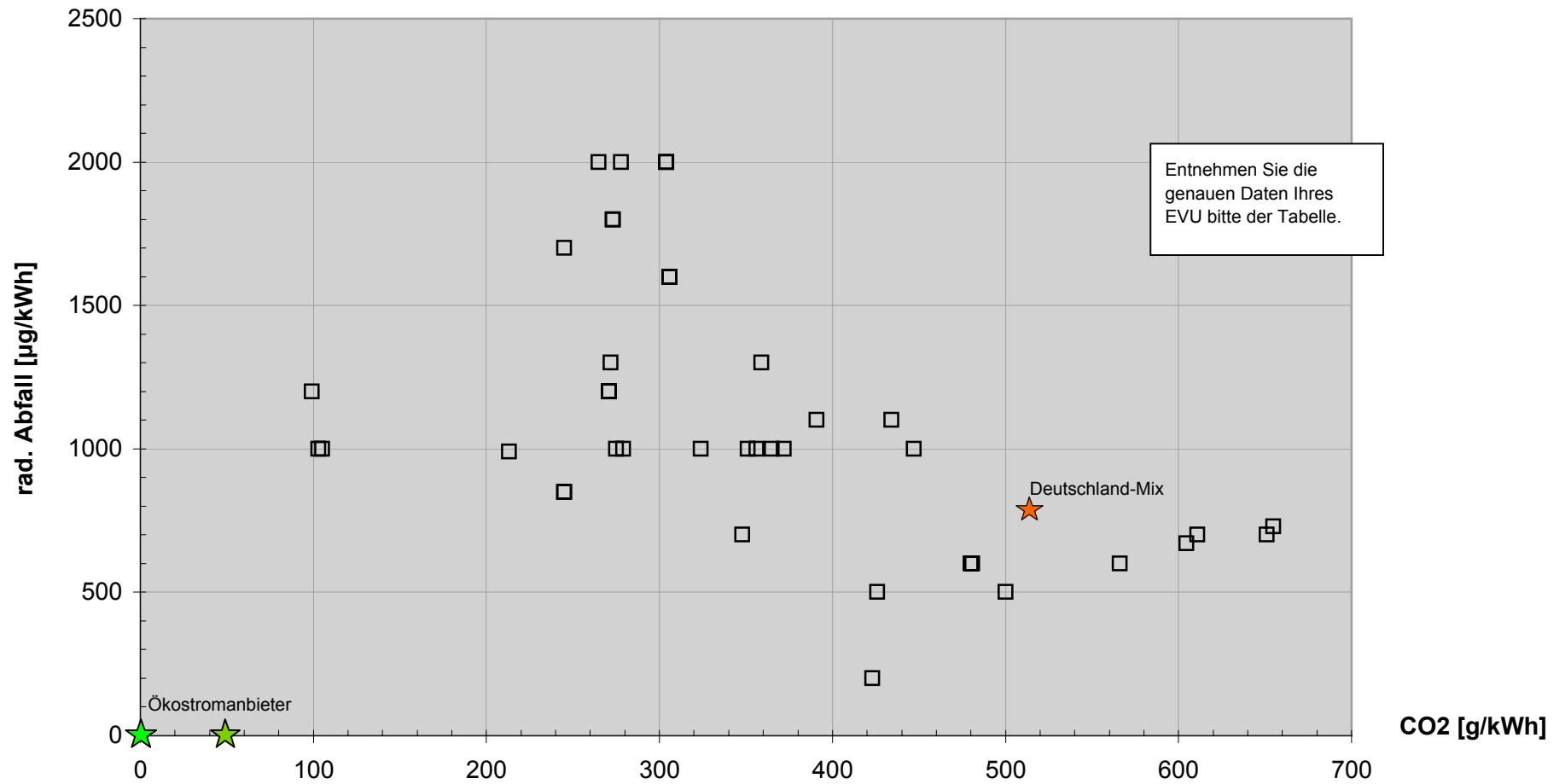
| <b>BUND-AK Energie Hessen</b><br><br><b>Stromkennzeichnung der hessischen Strom-EVU</b><br><br>Umfrage 2007 (Werte meist von 2005) | Gesamt: Erneuerbare       | Gesamt: Fossile | Gesamt: Atomkraft | CO2 in g/kWh | Rad. Abfall in g/kWh | Rad. Abfall in µg/kWh | 2-Personen vorbildlich | 2-Pers. Durchschnitt | 4-Personen vorbildlich | 4-Pers. Durchschnitt | 2-Personen vorbildlich        | 2-Pers. Durchschnitt | 4-Personen vorbildlich | 4-Pers. Durchschnitt |
|--|---------------------------|-----------------|-------------------|--------------|----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
|  | <b>Stromkennzeichnung</b> |                 |                   |              |                      |                       | <b>Tonnen CO2 p.a.</b> |                      |                        |                      | <b>Gramm rad. Abfall p.a.</b> |                      |                        |                      |
| <b>Ort, EVU</b>  |                           |                 |                   |              |                      |                       |                        |                      |                        |                      |                               |                      |                        |                      |
| 35 Lauterbach, SW  | 18,3%                     | 36,8%           | 44,9%             | 306          | 0,00160              | 1600                  | 0,4                    | 0,9                  | 0,7                    | 1,4                  | 2,3                           | 4,8                  | 3,4                    | 7,1                  |
| 36 Limburg, EVL  | 11,0%                     | 62,0%           | 27,0%             | 655          | 0,00073              | 730                   | 0,9                    | 2,0                  | 1,4                    | 2,9                  | 1,1                           | 2,2                  | 1,6                    | 3,2                  |
| 37 Maintal, Maintalwerke   | 17,0%                     | 60,0%           | 23,0%             | 481          | 0,00060              | 600                   | 0,7                    | 1,5                  | 1,0                    | 2,1                  | 0,9                           | 1,8                  | 1,3                    | 2,7                  |
| 38 Marburg, SW   | 18,0%                     | 32,0%           | 50,0%             | 275          | 0,00100              | 1000                  | 0,4                    | 0,8                  | 0,6                    | 1,2                  | 1,5                           | 3,0                  | 2,2                    | 4,4                  |
| 39 Mühlheim, SW  | 8,8%                      | 65,6%           | 25,6%             | 566          | 0,00060              | 600                   | 0,8                    | 1,7                  | 1,2                    | 2,5                  | 0,9                           | 1,8                  | 1,3                    | 2,7                  |
| 40 Neu-Isenburg, SW  | 18,0%                     | 59,0%           | 23,0%             | 480          | 0,00060              | 600                   | 0,7                    | 1,5                  | 1,0                    | 2,1                  | 0,9                           | 1,8                  | 1,3                    | 2,7                  |
| 41 Offenbach, EVO  | 17,0%                     | 64,0%           | 19,0%             | 426          | 0,00050              | 500                   | 0,6                    | 1,3                  | 0,9                    | 1,9                  | 0,7                           | 1,5                  | 1,1                    | 2,2                  |
| 42 Schlitz, SW   | 18,3%                     | 36,8%           | 44,9%             | 306          | 0,00160              | 1600                  | 0,4                    | 0,9                  | 0,7                    | 1,4                  | 2,3                           | 4,8                  | 3,4                    | 7,1                  |
| 43 Viernheim, SW   | 15,0%                     | 41,0%           | 44,0%             | 99           | 0,00120              | 1200                  | 0,1                    | 0,3                  | 0,2                    | 0,4                  | 1,7                           | 3,6                  | 2,6                    | 5,3                  |
| 44 Wanfried, EW  | 25,0%                     | 33,0%           | 42,0%             | 279          | 0,00100              | 1000                  | 0,4                    | 0,8                  | 0,6                    | 1,2                  | 1,5                           | 3,0                  | 2,2                    | 4,4                  |
| 45 Weilburg, SW  | 16,0%                     | 42,0%           | 42,0%             | 391          | 0,00110              | 1100                  | 0,6                    | 1,2                  | 0,8                    | 1,7                  | 1,6                           | 3,3                  | 2,4                    | 4,9                  |
| 46 Wetzlar, enwag mbH  | 17,0%                     | 34,0%           | 49,0%             | 278          | 0,00200              | 2000                  | 0,4                    | 0,8                  | 0,6                    | 1,2                  | 2,9                           | 6,1                  | 4,3                    | 8,9                  |
| 47 Wiesbaden, ESWE   | 24,0%                     | 49,0%           | 27,0%             | 372          | 0,00100              | 1000                  | 0,5                    | 1,1                  | 0,8                    | 1,6                  | 1,5                           | 3,0                  | 2,2                    | 4,4                  |
| 48 Wildeck-Obersuhl, Gemeinde W.   | 18,0%                     | 33,0%           | 49,0%             | 273          | 0,00180              | 1800                  | 0,4                    | 0,8                  | 0,6                    | 1,2                  | 2,6                           | 5,5                  | 3,9                    | 8,0                  |
| 49 Witzenhausen, SW  | 14,8%                     | 36,5%           | 48,7%             | 304          | 0,00200              | 2000                  | 0,4                    | 0,9                  | 0,7                    | 1,3                  | 2,9                           | 6,1                  | 4,3                    | 8,9                  |
| 50 Wolfhagen, SW   | 16,9%                     | 59,9%           | 23,1%             | 605          | 0,00067              | 670                   | 0,9                    | 1,8                  | 1,3                    | 2,7                  | 1,0                           | 2,0                  | 1,4                    | 3,0                  |
| 51 Mellrichstadt, ÜLW Rhön   | 18,0%                     | 49,0%           | 33,0%             | 434          | 0,00110              | 1100                  | 0,6                    | 1,3                  | 0,9                    | 1,9                  | 1,6                           | 3,3                  | 2,4                    | 4,9                  |
| <b>Minimum</b>   | <b>8,8%</b>               | <b>32,0%</b>    | <b>15,0%</b>      | <b>99</b>    | <b>0,00020</b>       | <b>200</b>            | <b>0,1</b>             | <b>0,3</b>           | <b>0,2</b>             | <b>0,3</b>           | <b>0,3</b>                    | <b>0,6</b>           | <b>0,4</b>             | <b>0,9</b>           |
| <b>Maximum</b>   | <b>25,0%</b>              | <b>66,0%</b>    | <b>54,3%</b>      | <b>750</b>   | <b>0,00200</b>       | <b>2000</b>           | <b>1,1</b>             | <b>2,3</b>           | <b>1,6</b>             | <b>2,9</b>           | <b>2,9</b>                    | <b>6,1</b>           | <b>4,3</b>             | <b>8,9</b>           |
| <b>Mittelwert (nicht gewichtet)</b>  | <b>16,8%</b>              | <b>44,5%</b>    | <b>38,5%</b>      | <b>349</b>   | <b>0,00114</b>       | <b>1140</b>           | <b>0,5</b>             | <b>1,1</b>           | <b>0,8</b>             | <b>1,5</b>           | <b>1,7</b>                    | <b>3,5</b>           | <b>2,4</b>             | <b>5,0</b>           |
| <b>Deutschland-Mix (VDEW)</b>  | 11,0%                     | 60,0%           | 29,0%             | 514          | 0,00080              | 800                   | 0,7                    | 1,6                  | 1,1                    | 2,3                  | 1,2                           | 2,4                  | 1,7                    | 3,5                  |
| Energiewerke Schönau   | 79,5%                     | 20,5%           | 0,0%              | 53           | 0,00000              | 0                     | 0,1                    | 0,2                  | 0,1                    | 0,2                  | 0,0                           | 0,0                  | 0,0                    | 0,0                  |
| Greenpeace Energy  | 100,0%                    | 0,0%            | 0,0%              | 0            | 0,00000              | 0                     | 0,0                    | 0,0                  | 0,0                    | 0,0                  | 0,0                           | 0,0                  | 0,0                    | 0,0                  |
| LichtBlick   | 100,0%                    | 0,0%            | 0,0%              | 0            | 0,00000              | 0                     | 0,0                    | 0,0                  | 0,0                    | 0,0                  | 0,0                           | 0,0                  | 0,0                    | 0,0                  |
| NaturStromHandel GmbH  | 100,0%                    | 0,0%            | 0,0%              | 0            | 0,00000              | 0                     | 0,0                    | 0,0                  | 0,0                    | 0,0                  | 0,0                           | 0,0                  | 0,0                    | 0,0                  |

Keine Rückmeldung. Die Daten stammen ggf. von der Homepage des EVU

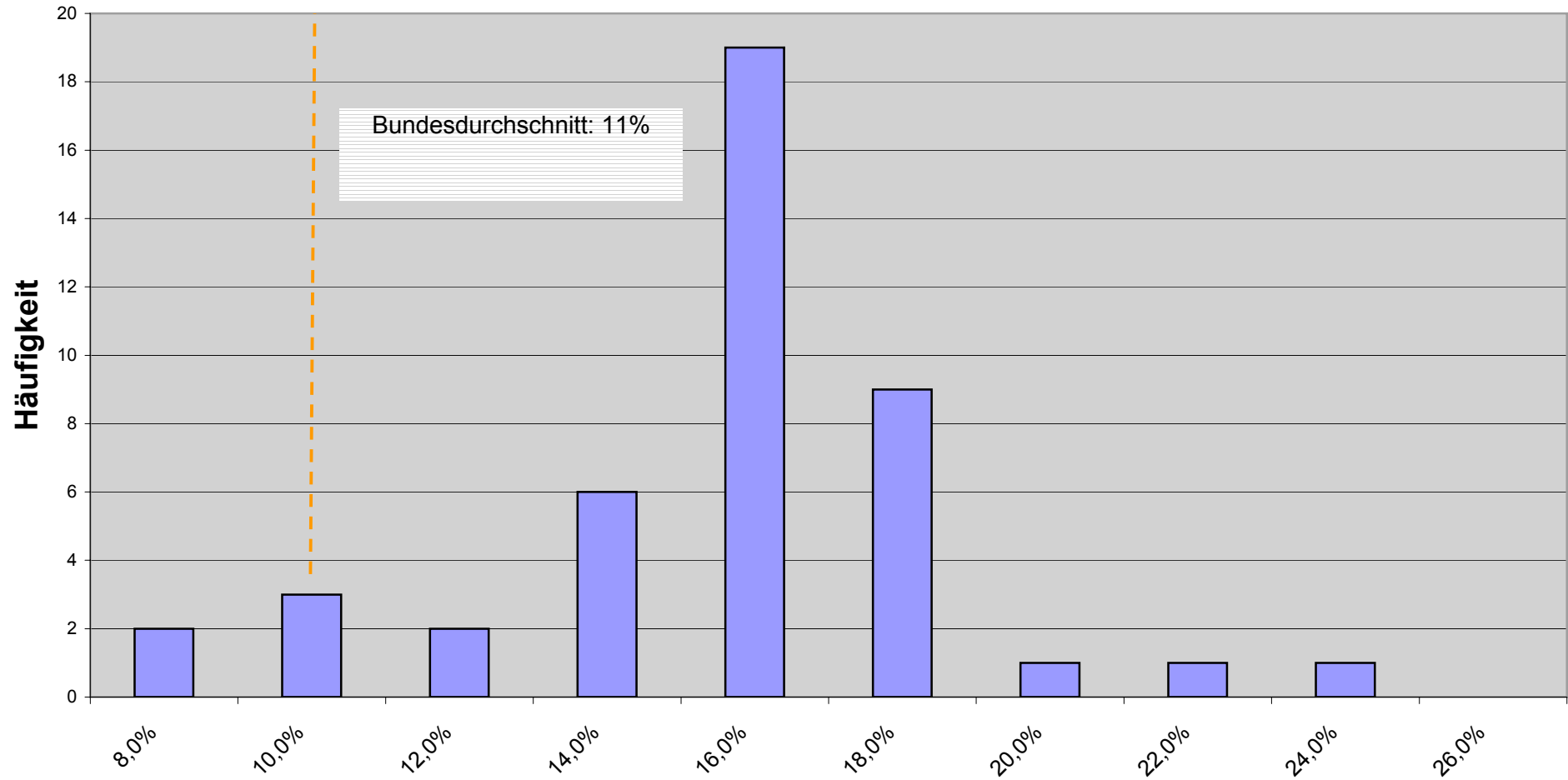
| <b>VERBRAUCHSTABELLE ZUM VERGLEICH MIT DER EIGENEN STROMRECHNUNG</b> |          |              |           |
|--|----------|--------------|-----------|
| in Kilowattstunden/Jahr  |          |              |           |
|  | Vorbild  | Durchschnitt | Sehr hoch |
| 1-Personen-Haushalt  | 750 kWh  | 1790 kWh     | 3150 kWh  |
| 2-Personen-Haushalt  | 1450 kWh | 3030 kWh     | 5750 kWh  |
| 3-Personen-Haushalt  | 1900 kWh | 3880 kWh     | 7500 kWh  |
| 4-Personen-Haushalt  | 2150 kWh | 4430 kWh     | 8900 kWh  |

Quelle: Bund der Energieverbraucher/VdEW

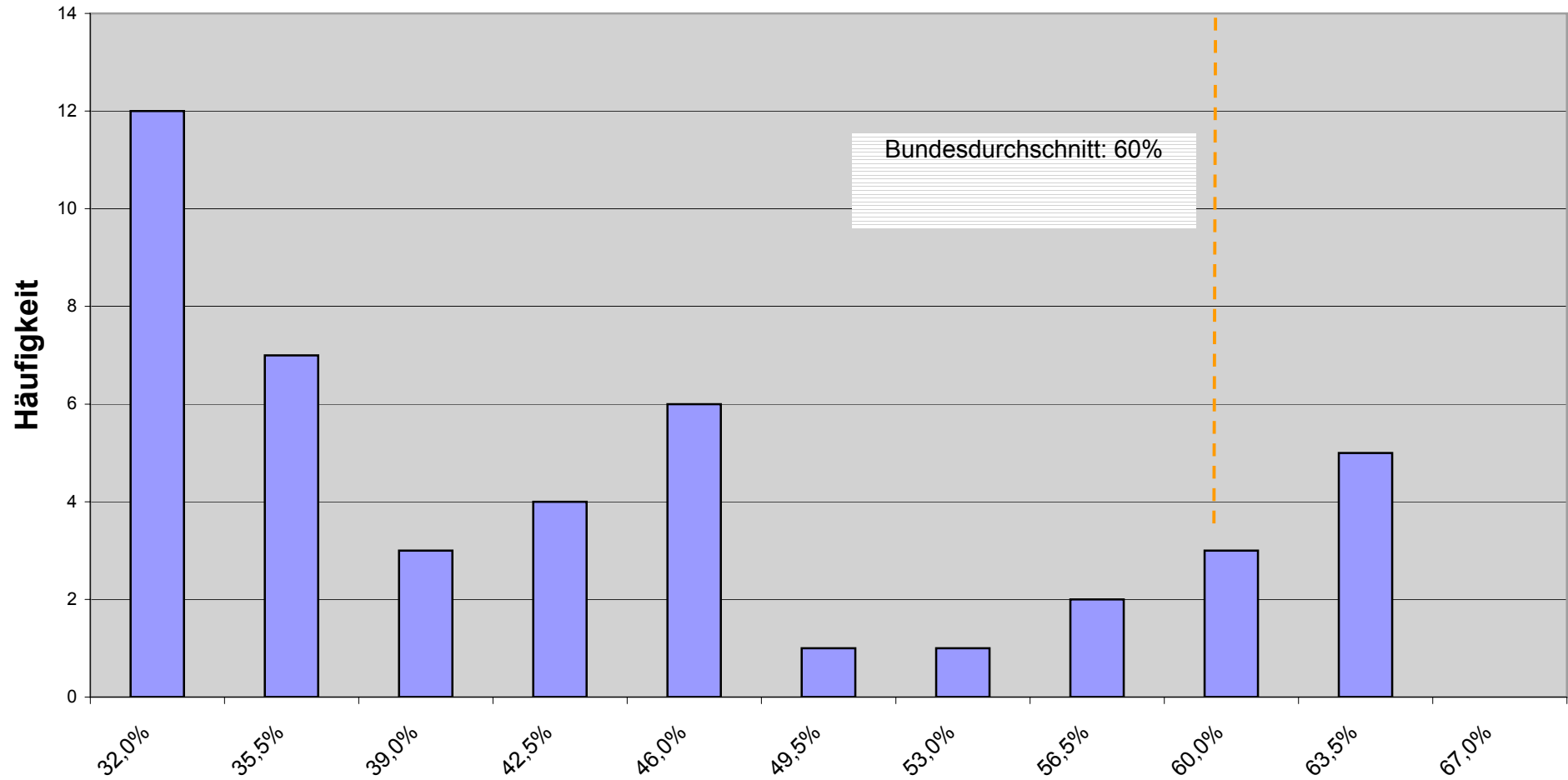
# Stromkennzeichnung hessischer EVU: Korrelation CO2-Emission / radioaktiver Abfall



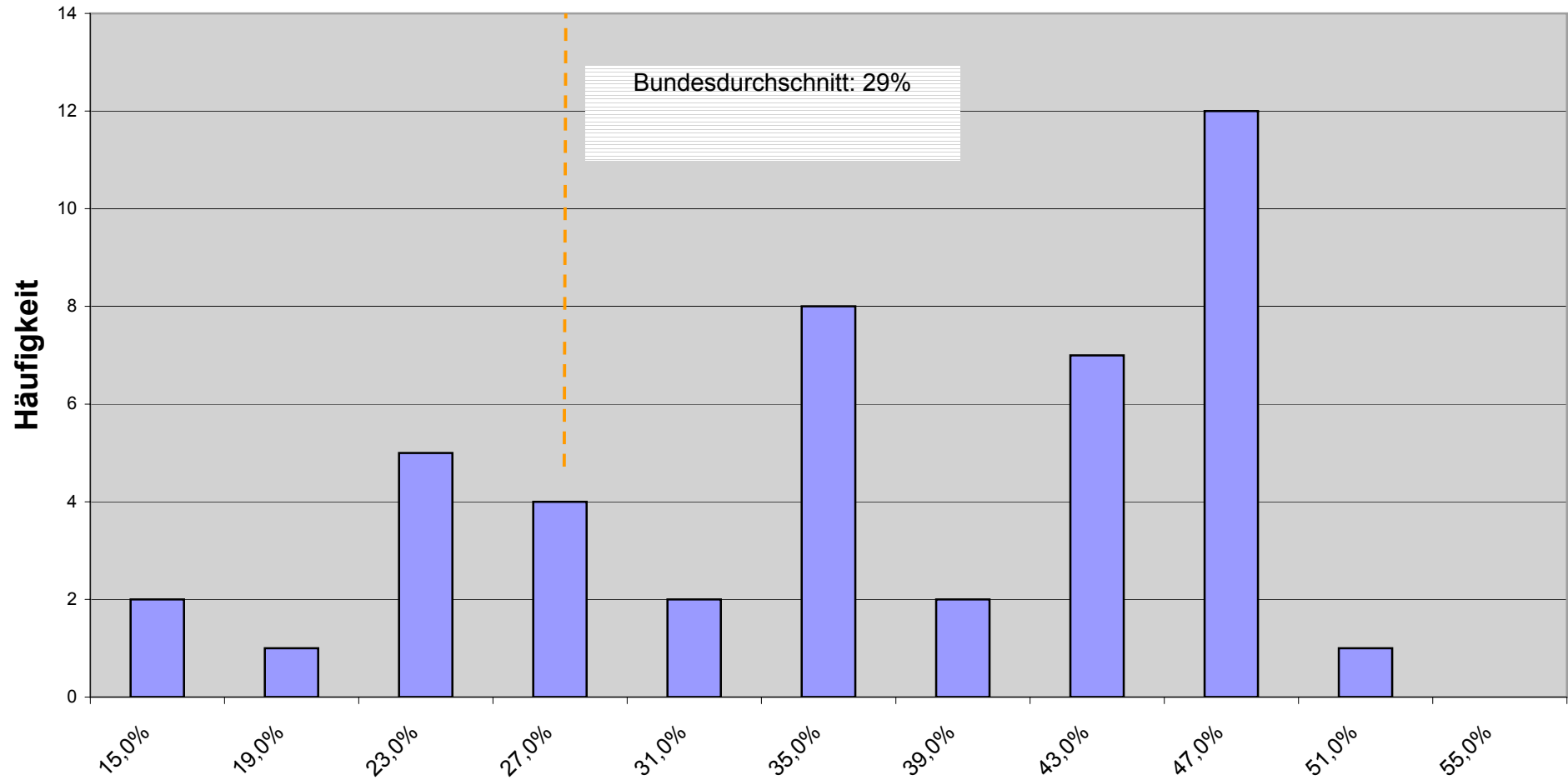
# Stromkennzeichnung hessischer EVU: Anteil Erneuerbare Energien



# Stromkennzeichnung hessischer EVU: Anteil Fossile Energien



# Stromkennzeichnung hessischer EVU: Anteil Atomkraft



# **Kommentar zur Angabe der „Umweltauswirkungen“ bei der Stromkennzeichnung durch die Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU)**

## **1) Die Zahlenangaben des radioaktiven Abfalls wirken verharmlosend**

Aufgrund des Energiewirtschaftsgesetzes müssen alle Lieferanten von Strom an Endverbraucher als Umweltauswirkungen die bei der Stromproduktion entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie den radioaktiven Abfall angeben. Als physikalische Einheit wird von den EVU üblicherweise die spezifische Massenangabe g/kWh (Gramm pro Kilowattstunde) verwendet. Im bundesrepublikanischen Mittel werden für das Jahr 2005 die Werte 514 g/kWh für CO<sub>2</sub> und 0,0008 g/kWh für den radioaktiven Abfall angegeben.

Die auf die Kilowattstunde bezogene Masse des deklarierten radioaktiven Abfalls ist also im Mittel über 500 000 mal kleiner als die des emittierten CO<sub>2</sub>, so dass der Eindruck entsteht, dass diese minimalen atomaren Abfallmengen für Umwelt und Gesundheit belanglos seien. Verstärkt wird dieser Eindruck dadurch, dass die von den EVU bewusst viel zu groß gewählte spezifische Masseneinheit g/kWh für den radioaktiven Abfall zu vielen Nachkommastellen führt. Mit der angemessenen Einheit µg/kWh (Mikrogramm pro Kilowattstunde) würde obiger Wert 800 µg/kWh lauten und die Möglichkeit eröffnen, drei sinnvolle Stellen anzugeben. Dadurch würden auch die gleichmachenden Rundungsungenauigkeiten der EVU-Angaben unterbunden.

Es ist generell irreführend in der Rubrik „Umweltauswirkungen“ radioaktive Abfälle in Masseneinheiten analog den CO<sub>2</sub>-Emissionen aufzuführen. Bei radioaktiven Substanzen sind nicht irgendwelche Umweltauswirkungen das Kernproblem, sondern vielmehr die durch potenzielle Freisetzung von Radioaktivität riskierten Gesundheitsschäden. Deren mögliches Ausmaß erschließt sich dem Bürger jedoch nicht aus einer Massenangabe.

## **2) Es wird nur ein Teil der radioaktiven Abfälle und Freisetzungen einbezogen**

Die Stromlieferanten halten sich i. d. Regel an die Empfehlungen des „Leitfaden Stromkennzeichnung“ von dem Verband der Elektrizitätsunternehmen e.V. (VDEW). Darin wird ohne angemessene Begründung ausgeführt: „Die radioaktiven Abfälle beziehen sich in Deutschland auf die abgebrannten Brennelemente (BE). .... Diese Datengrundlage führt zu einer Bandbreite von 0,0021 bis 0,0027 g/kWh. Für Deutschland wird auf einen oberen Wert von 0,0027 g/kWh abgestellt.“

Damit wird aber nur ein Teil der Wahrheit erfasst. Es bleiben außer Betracht:

- die erheblichen Abfallströme und Emissionen des Uranbergbaus, der Abraumhalden, der Erzaufbereitung und chemischen Umwandlung, der Anreicherung und der BE-Herstellung;
- die mittel- und schwachaktiven Betriebsabfälle sowie die gasförmigen und flüssigen Ableitungen der Kernkraftwerke im Normalbetrieb;
- die Abfallströme und Emissionen der sog. Entsorgungsschritte mit allen Stationen der Abfallbehandlung und Lagerung. Die größten Verseuchungen gehen dabei im Normalbetrieb von den Wiederaufarbeitungsanlagen aus. Ferner fallen große radioaktive Abfallmengen beim Abbau der Reaktoren und sonstigen Nuklearanlagen an;

-- die potenziellen Emissionen bei Stör- und Katastrophenfällen (vgl. Tschernobyl), die mit einem klar deklarierten Eintritts-Wahrscheinlichkeitsfaktor berücksichtigt werden müssten.

### **3) Veranschaulichung des Gefährdungspotenzials radioaktiver Abfälle**

Die von radioaktiven Abfällen ausgehenden Gesundheitsgefahren lassen sich nicht zuverlässig abschätzen. Sie hängen in hochkomplexer Weise von vielen Einflussgrößen ab. Solche sind u. a. Alter und Zusammensetzung der Abfälle, chemische Form, Art der Freisetzung, geologische und andere Transportmechanismen in die Biosphäre, Inkorporationspfade zum Menschen (z. B. Wasser-Fisch-Verzehr-Pfad) und schließlich die Risikofaktoren für eine Krebsauslösung.

Zur groben Illustration des extrem langfristigen Gefährdungspotenzials radioaktiver Abfälle, das selbst von scheinbar unbedeutenden Mengen ausgeht, werden nachfolgend zwei anschauliche Abschätzungen vorgestellt.

#### **a) Wenn nur Plutonium (Pu) in Betracht gezogen wird**

Der ausschließlich auf die abgebrannten BE bezogene Wert für die radioaktiven Abfälle wird im VDEW-Leitfaden mit  $0,0027 \text{ g/kWh} = 2700 \text{ } \mu\text{g/kWh}$  für den in den deutschen Kernkraftwerken erzeugten Strom angegeben. Bei einem Atomstromanteil von z. B. 50% im Strommix eines EVU würde dann bei den „Umweltauswirkungen“ die Hälfte dieses Werts genannt.

$2700 \text{ } \mu\text{g/kWh}$  hoch radioaktiver Abfall, wie ihn abgebrannte BE darstellen, enthält neben vielen weiteren chemischen Elementen mit zahlreichen radioaktiven Isotopen insbesondere ca.  $14 \text{ } \mu\text{g/kWh}$  Plutonium-239 ( $^{239}\text{Pu}$ ) mit der Halbwertszeit 24.100 Jahre.

$^{239}\text{Pu}$  ist wegen seiner großen Toxizität als langlebiger  $\alpha$ -Strahler, wegen seiner Atomwaffentauglichkeit und seiner schmutzigen Abtrennung in Wiederaufarbeitungsanlagen ein besonders bekanntes und gefürchtetes Radioisotop. Wenn wir uns daher zunächst auf die von ihm potenziell ausgehenden Gesundheitsgefahren beschränken, so unterschlagen wir bewusst vor allem die kurzlebigeren  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahler, die in den ersten etwa 500 Jahren nach Entladung der BE einen um mehrere Größenordnungen höheren Beitrag zu deren Radiotoxizität beitragen.

Die gesundheitliche Gefährdung durch  $^{239}\text{Pu}$  hängt stark davon ab, ob die Aufnahme über den Atem- oder den Nahrungspfad geschieht, und ob Kleinkinder oder Erwachsene betroffen sind. Für den Beispielfall der Aufnahme über den Nahrungspfad beim Kleinkind würde sich unter Verwendung der Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) von 2007 ergeben, dass bei Aufnahme von  $14 \text{ } \mu\text{g } ^{239}\text{Pu}$  (also der bei 1 kWh Atomstrom anfallenden Menge) das Risiko für strahlenbedingten Krebstod bei ca. 5 % liegt. Die entsprechenden Werte für die Fälle Nahrungspfad/Erwachsene oder Atempfad/Kleinkinder würden jeweils über einen Faktor zehn unter bzw. über diesem Wert liegen.

Kritische Wissenschaftler/innen werfen den ICRP-Empfehlungen vor, dass sie das krebsauslösende Strahlenrisiko um einen Faktor sechs unterschätzen.

**Fazit ist auf jeden Fall, dass bereits die bei nur einer Kilowattstunde Atomstromerzeugung anfallenden radioaktiven Abfälle, würden sie in die Biosphäre gelangen, allein durch das Isotop  $^{239}\text{Pu}$  je nach Belastungspfad und betroffenem Personenkreis bis zu mehreren tödlichen Krebserkrankungen auslösen könnten.**

Eine Kilowattstunde elektrische Energie ist im Haushalt schnell verbraucht. Man kann damit z. B. ein bis zwei Mal das Normalprogramm einer Wasch- oder Spülmaschine bestreiten und erzeugt dabei unbewusst das potenzielle Risiko mehrerer tödlicher Krebsfälle.

### **b) Wenn die Verdünnung in Wasser betrachtet wird**

Eine andere Möglichkeit zur Illustration der Strahlentoxizität hoch radioaktiver Abfälle beruht auf der Abschätzung der Wassermenge, die nötig wäre, um eine bestimmte Abfallmenge so weit zu verdünnen, dass die Grenzwerte für die Nutzung als Trinkwasser eingehalten werden. Diese Betrachtungsweise veranschaulicht die extremen Anforderungen an eine Deponie gegen Leckagen über Zehntausende von Jahren oder auch das Verseuchungsrisiko durch Freisetzungen aus Reaktoren, Lagern und Wiederaufarbeitungsanlagen im Normalbetrieb und bei Unfällen.

Diese Wassermengen werden häufig auf die Abfallmenge von 30 Tonnen (t) abgebrannter BE bezogen, da einem typischen Reaktorblock der 1 Gigawatt-Klasse bei ganzjährigem Betrieb etwa 30 t abgebrannter Brennstoff jährlich entladen wird. Die in der Literatur angegebenen Wassermengen hängen von den verwendeten Grenzwerten ab, die – wie bei Grenzwertfestsetzungen üblich – strittig sind. Außerdem bedeutet die Einhaltung von Grenzwerten ohnehin nicht, dass keine Gesundheitsgefahren zu befürchten sind. Die abgeschätzten Wassermengen sind aufgrund erheblicher Unsicherheiten und mangels aktueller Neuberechnungen nur als größenordnungsmäßige Veranschaulichung zu verstehen.

Die auf 30 t abgebrannte BE bezogenen Verdünnungs-Wassermengen hängen stark von der Abklingzeit (Alter) der Abfälle nach der Entladung aus den Reaktoren ab:

| <b>Abklingzeit nach Entladung der BE</b> | <b>zur Verdünnung erforderliche Wassermenge pro 30 t BE</b> |
|--|---|
| wenige Jahre                             | $\sim 1 \times 10^{13} \text{ m}^3 = 10\,000 \text{ km}^3$  |
| 100 Jahre                                | $\sim 1 \times 10^{12} \text{ m}^3 = 1000 \text{ km}^3$     |
| 1 Million Jahre                          | $\sim 1 \times 10^9 \text{ m}^3 = 1 \text{ km}^3$           |

Zur Illustration dieser ungeheuer großen Wassermengen können die globalen Wassermengen des gesamten Grundwassers oder aller Flüsse dienen, die auf etwa 4 Millionen  $\text{km}^3$  bzw. 2000  $\text{km}^3$  geschätzt werden. Aus diesen Angaben folgt unmittelbar, dass an Zwischen- und Endlager für hochaktiven Atommüll extrem strenge Anforderungen über riesige Zeiträume gegen Leckagen zu stellen sind. Noch ist nicht sicher, ob sich solche Endlager, überhaupt und in erforderlichem Umfang, finden lassen.

**Für die bei der Erzeugung von nur einer Kilowattstunde Atomstrom anfallenden Abfälle wären nach 100 Jahren Abklingzeit theoretisch noch etwa 80  $\text{m}^3$  Wasser zur Verdünnung erforderlich, um bei Kontakt mit Trinkwasserressourcen die erforderlichen Grenzwerte nicht zu verletzen.**