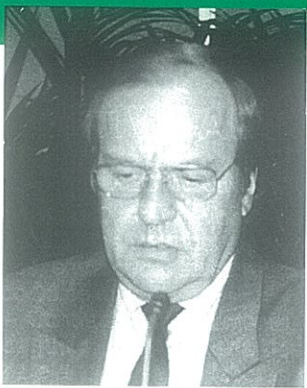




Adolf HUTTL es Director de la División KWU de Siemens, Alemania.

LA ENERGIA NUCLEAR COMO CONTRIBUCION A LA SOLUCION DE LOS PROBLEMAS GLOBALES DE ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE

A. HUTTL

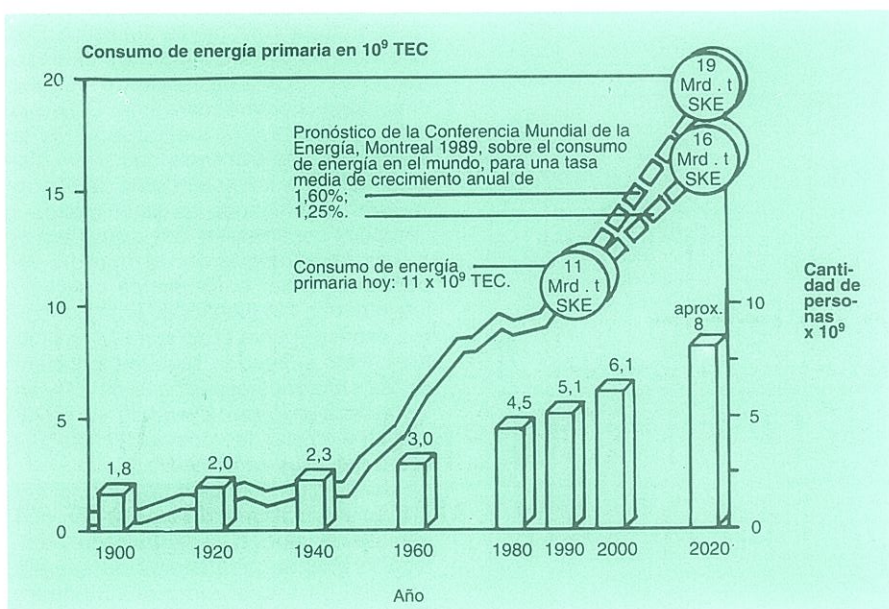
El problema energético es muy antiguo. Ha acompañado a la Humanidad desde sus orígenes. También la propia vida es un problema de energía: La vida es precisamente —desde el punto de vista puramente energético— una configuración extraordinaria de materia, que sólo mantiene su ordenación mediante un aporte permanente de energía. Un abastecimiento suficiente de energía ha sido siempre una premisa necesaria para vivir y sobrevivir y —en un escalón más elevado— para el bienestar, la salud y, no en último lugar, para la cultura.

La obtención de energía ha sido siempre una tarea difícil en la historia de la Humanidad. Y la situación no variará en el futuro, aunque actualmente en unos cuantos países industrializados predomine otra impresión. Desde la utilización del fuego, se sabe que el aprovechamiento de la energía se realiza afectando al medio ambiente. La forma en que la energía se obtiene a partir de las diversas fuentes, se transforma, almacena, transporta y utiliza de diferentes maneras, tiene frecuentemente importante influencia sobre el medio ambiente.

El fuerte crecimiento de la población de la tierra ha convertido actualmente los problemas de energía y medio ambiente en problemas globales. La solución a los mismos sólo será posible, caso de serlo, con esfuerzos muy grandes. Y además para encontrar una solución los problemas han de abordarse de la forma más racional posible y sin estrecheces de mira ideológicas. Precisamente este parece ser actualmente el principal problema.

CRECIMIENTO DE LA HUMANIDAD AUMENTO DEL CONSUMO DE ENERGIA

Debido a los progresos de la técnica y la medicina, la población de la tierra sigue creciendo fuertemente. Mientras en 1900 vivían en la tierra unos 1.800 millones de personas, en 1950 eran ya 2.500 millones. Esta cifra se ha elevado hasta hoy a 5.100 millones, es decir, se ha más que duplicado. Actualmente se adicionan cada año 100 millones de seres humanos. Hasta el año 2050, la población de la tierra podría aumentar hasta



FI Evolución de la población mundial y del consumo de energía en el siglo XX. (Fuentes: UN, Yearbooks of World Energy Statistics; Estadística de la evolución mundial, del Banco Mundial.)

10.000 millones. El 2050 ya no es un futuro lejano; una persona que nazca hoy, no tendrá entonces ni 60 años.

A lo largo de la historia, la Humanidad ha necesitado cada vez más energía. Este creciente consumo de energía tuvo siempre dos fundamentos: El aumento del número de personas y el incremento del consumo de energía per capita de la población al elevarse la cultura. El día de trabajo de ocho horas y el fin de semana libre, hemos de agradecerlos a máquinas que, naturalmente, consumen energía. En este sentido, la condena indiferenciada, hoy de moda, de cualquier aumento del consumo de energía, no está justificada.

El consumo anual de energía primaria en el mundo, actualmente de 11 mil millones de TEC (TEC=Tonelada equivalente de carbón), se ha más que cuadruplicado desde 1950. Pero las diferencias en el consumo de energía entre los distintos países no han variado sustancialmente: La cuarta parte de la población mundial consume las tres cuartas partes de la energía (países industrializados), y las tres cuartas partes de la población han de contentarse con la restante cuarta parte (países en desarrollo).

Esta diferencia resulta más clara en el consumo de energía per capita, incluso cuando se consideran diferencias debidas al clima. El consumo anual per capita es hoy de 2,2 TEC como promedio mundial. En los países en desarrollo el promedio es de 0,75 TEC, en los países con comercio institucionalizado, de 5,8 TEC y en los países industrializados, de 6,7 TEC, en EE.UU., el mayor consumidor mundial de energía, el consumo por habitante es de 11 TEC.

Con este fondo ha de contemplarse la futura evolución del consumo mundial de energía. Pronósticos como el de la 14.ª Conferencia Mundial de la Energía en Montreal (1989) indican que el consumo mundial de energía podría duplicarse aproximadamente hasta el año 2020, para una población de unos 8.000 millones, frente a los 5.100 actuales. Por tanto, aún no hemos llegado al punto álgido del consumo mundial de energía (Figura I).

ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA HOY

Actualmente, el abastecimiento mundial de energía se basa en un 88,1% en los combustibles fósiles carbón, petróleo y gas natural. La energía hidráulica cubre un 6,7% del consumo y la energía nuclear un 5,2%. Según un estudio del Instituto Federal de Ciencias Geológicas y Materias Primas de 1989, las reservas de carbón alcanzarán aún para 200 años, las de gas natural para 60 años y las de petróleo para 40 años (reservas seguras económicamente explotables; consumo de energía actual). Independientemente de la precisión de esta indicación, esto significa que desgraciadamente la duración no será muy larga, especialmente la del petróleo y el gas natural. Al crecer el consumo mundial de energía —sobre todo si se duplica hasta el 2020— se producirá antes el declive de los combustibles fósiles.

Ya sólo por esta razón, es prohibitivo el consumo desenfrenado de las fuentes de energía fósiles, es decir, deben ser

sustituidas por otras dentro de un plazo inferior en cualquier caso a la mitad de los períodos de alcance citados. Además, hay otras razones adicionales para obrar así.

Las fuentes de energía fósiles no son únicamente adecuadas para la generación de energía, sino que son a la vez importantes materias primas para aplicaciones no energéticas, por ejemplo, en química y en farmacia. Por ello, deben quedar disponibles durante mucho tiempo para muchas generaciones venideras. Esta debería ser realmente la función más importante de las materias primas fósiles. En consecuencia, no es muy responsable a largo plazo el consumirlas de manera irreversible para la obtención de energía a gran escala.

PROBLEMAS AMBIENTALES DE LAS FUENTES DE ENERGÍA FÓSILES

El aprovechamiento de las materias primas fósiles para la obtención de energía está relacionado con una serie de problemas respecto al medio ambiente. Las materias nocivas para el aire dióxido de azufre (SO_2) y óxido de nitrógeno (NO), que aparecen en la combustión, son responsables en gran parte de los daños en los bosques. En las grandes centrales, el SO_2 y los NO pueden eliminarse en bastante proporción de los gases de escape, por procedimientos técnicos. Esta posibilidad no existe para el dióxido de carbono (CO_2) que se forma en los procesos de combustión. Debido a su repercusión sobre el clima global y a las grandes proporciones en que existe, el problema del CO_2 adquiere especial importancia.

Actualmente se liberan cada año 24 mil millones de toneladas de CO_2 en todo el mundo solamente debido a la combustión de carbones, petróleo y gas natural. Forzosamente son de esperar por ello variaciones climáticas globales, según opinión unánime de los expertos. El aumento de la temperatura media global sobre la superficie de la tierra en $0,5^\circ \text{C}$ en los últimos 100 años, así como la subida del nivel del mar en 10 a 20 cm. en el mismo período, podrían atribuirse ya a las emisiones de CO_2 .

Según el estado actual de los conocimientos científicos, hasta el año 2100 la temperatura media global aumentará en unos 5°C frente al valor de 100 años antes, si la liberación de CO_2 sigue creciendo como hasta ahora. Este calentamiento global llevará hasta el año 2100 a una subida del nivel del mar en unos 60 cm. y a más subidas en los siglos siguientes. Esta subida resultará por una parte del mayor volumen del agua del océano, entonces más caliente, y por otra debido a la fusión de hielo en zonas

Consumo de energía primaria en el mundo, 1988 11.000 millones de TEC

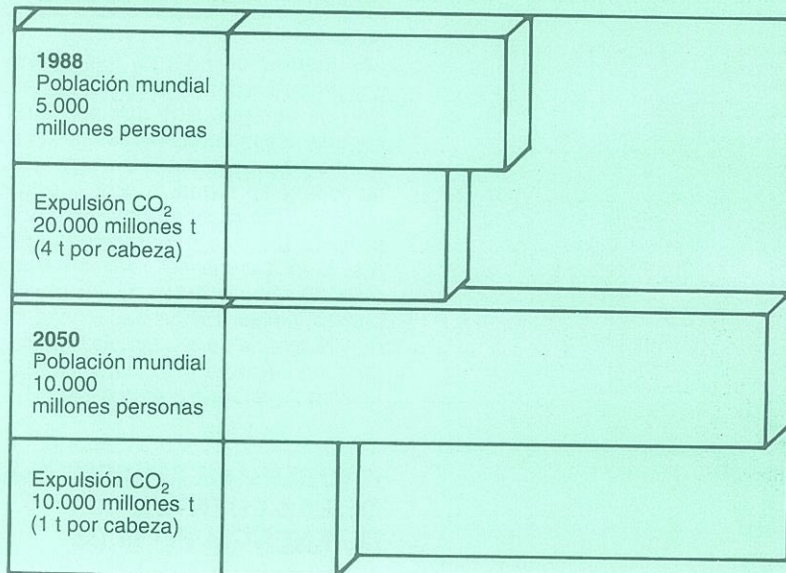


FIG Población mundial y emisiones de CO₂ en 1988 y 2050, según la meta de la Conferencia sobre el clima de Toronto 1988. (Fuente: "The Changing Atmosphere: Implications for Global Security". Toronto, 27 al 30. Junio 1988.)

hoy climáticamente frías. Ya con una subida del nivel del mar en 30 a 50 cm., se inundarían en todo el mundo muchas zonas próximas a la costa, así como islas, expulsando a sus habitantes. Además, ya en un futuro próximo ha de contarse con consecuencias cada vez mayores:

- Desplazamiento de las zonas climáticas, por ejemplo de las regiones desérticas a zonas hasta ahora fructíferas.
- Una gigantesca muerte de bosques, en latitudes medias y altas, debido al clima.
- Daños al abastecimiento de agua potable y en la calidad del agua.
- Empeoramiento de la nutrición para grandes porciones de la Humanidad, por aridez del suelo o por inundaciones.

Por todo ello en la declaración final de la conferencia de Toronto de 1988 sobre el clima, dedicada a este problema, se exigió la reducción drástica de la expulsión de CO₂ por causas energéticas en todo el mundo: en un 20% hasta el año 2005, en un 50% hasta el 2050. La figura 2 muestra la problemática casi insoluble para esta tarea: por un lado, abastecer de energía suficiente a una creciente población y por otra parte reducir la expulsión de CO₂ en un 50%. Reducir estos problemas divergentes a un común denominador, será, por tanto, uno de los mayores desafíos futuros para la política energética y ambiental. En este contexto, los países industrializados han de jugar necesariamente el papel de líderes, debido a su know-how y su capital.

El futuro abastecimiento de energía ha de contemplarse, en consecuencia, sobre el fondo siguiente:

- Aumento de las necesidades globales de energía, tanto a causa del fuerte crecimiento de la población como debido a la inevitable elevación del consumo per capita en los países en desarrollo, en su camino hacia mejores condiciones de vida.
- Escasez de las reservas de interés para el abastecimiento de energía actual, sobre todo del petróleo y el gas natural.
- Limitada cargabilidad de la atmósfera terrestre con las materias nocivas SO₂, NO y especialmente CO₂, que resultan de la combustión.

POSIBLES SOLUCIONES

Para solucionar los problemas energéticos y ambientales sólo han de considerarse idealmente fuentes de energía que dispongan de un potencial suficiente y que además no generen ningún CO₂, a saber:

- Energías renovables (sol, agua, viento) y
- Energía nuclear.

A menudo se habla también del ahorro de energía como de una fuente de energía, incluso como nuestra fuente de energía más importante. Este uso idiomático no solo es falso, sino también a veces conscientemente equívoco. Por una parte, sugiere que solamente con el ahorro podría solucionarse el problema

de la energía y del medio ambiente. Por otro lado, un consumo reducido de energía no es ninguna obtención de energía, sino, como siempre, consumo. El uso lo más ahorrativo y racional posible de la energía es una evidencia que nadie discute; sólo que los potenciales de ahorro se estiman a menudo irrealmente altos.

Tampoco sería realista creer que para el futuro abastecimiento de energía se puede renunciar ampliamente o incluso totalmente a las fuentes de energía fósiles, especialmente al carbón y al gas natural. Pero sí pueden seguirse reduciendo las emisiones específicas de CO₂ en las centrales fósiles elevando su rendimiento y empleando nuevas tecnologías como procesos combinados.

La generación acoplada de electricidad y calor en centrales de calefacción con turbinas de vapor o en centrales de calefacción bloque con motores de émbolo con fuel-oil o gas como combustible, conducen a una elevación del grado de aprovechamiento. Frente a la generación por separado de electricidad y calor, el grado de utilización energética del acoplamiento fuerza-calor, es superior en un factor 1,5. Pero para ello es condición básica que existe una demanda casi uniforme durante todo el año tanto de electricidad como de calor.

Con una considerable inversión en investigación y desarrollo, Siemens ha reducido las emisiones de las turbinas de gas y de las centrales térmicas y ha aumentado los rendimientos. En las centrales combinadas con turbinas de gas y de vapor, pudo elevarse el rendimiento hasta el 54%. Sin embargo, son necesarios más desembolsos en I + D para la realización de una central GUD (de gas y vapor) con gasificación de carbón pre-conectada.

FUENTES DE ENERGIA RENOVABLES

Las fuentes de energía renovables, como el sol, el agua y el viento, presentan un potencial de energía ampliamente superior a la demanda mundial actual. Además poseen un alcance muy largo, puesto que obtienen su energía de los procesos de fusión solares, que durarán aún miles de millones de años.

La fuente de energía renovable de mejor utilización es la energía hidráulica. Con seguridad no está explotado aún en todo el mundo su potencial aprovechable económicamente. Razones principalmente ecológicas, como la inundación de grandes superficies debida a las presas, dificultan un mayor aprovechamiento de la fuerza hidráulica.

El sol y el viento tienen densidades de energía relativamente bajas. Su posibilidad de explotación se caracteriza además por una disponibilidad que varía

con irregularidad. El sol sólo aparece durante el día y además de manera muy diversa. El viento sopla cuando quiere, y no cuando el consumidor necesita energía. De ello resulta la necesidad de una superficie comparativamente alta para recoger y concentrar estas energías renovables, así como de un almacenamiento, para compensar a la divergencia entre oferta y demanda de energía. Los problemas principales en el aprovechamiento de las energías solar y eólica resultan principalmente de esas dos particularidades de su oferta natural. A ello se añade el que la explotación de todas las fuentes de energía renovables está fuertemente ligada al emplazamiento. Por tanto, del gran potencial de fuentes de energía renovables sólo puede aprovecharse rentablemente hoy y en un futuro próximo una proporción muy pequeña.

Cuando en un futuro más lejano las materias primas fósiles sean escasas y caras o no puedan quemarse como hasta ahora por razones de protección climática, ganarán más y más en importancia las energías renovables.

PERSPECTIVAS DE LA ENERGÍA NUCLEAR

A finales de 1990, había en el mundo 424 centrales nucleares en servicio, que generaban aproximadamente el 17% de toda la producción eléctrica, es decir, uno de cada seis kilovatios/hora procedía de una central nuclear. Si esta electricidad fuese generada con carbón, se liberarían a la atmósfera 1.800 millones de toneladas anuales de CO₂ adicionales, es decir, un 8% más de los 24.000 millones de toneladas de CO₂ emitidos en 1990. Esto, en comparación con las exigencias de Toronto de reducir la expulsión mundial de CO₂ en un 20% hasta el año 2005, no es precisamente despreciable.

En Alemania se evitan unos 140 millones de toneladas de CO₂ al año mediante la utilización de la energía nuclear para la generación de electricidad. Ello corresponde aproximadamente al 14% de todas las emisiones de CO₂ en dicho país; referido a los antiguos territorios federales, sería incluso el 20%. Así, la energía nuclear aporta ya hoy día una contribución considerable tanto al abastecimiento de energía como al alivio del medio ambiente.

La figura 3 muestra para algunos países la participación actual de la energía nuclear en la generación de electricidad y la cantidad de centrales nucleares en cada uno. Con 111 centrales nucleares, EEUU es el líder en cuanto a cantidad de instalaciones, pero en cuanto a participación en la producción de electricidad,

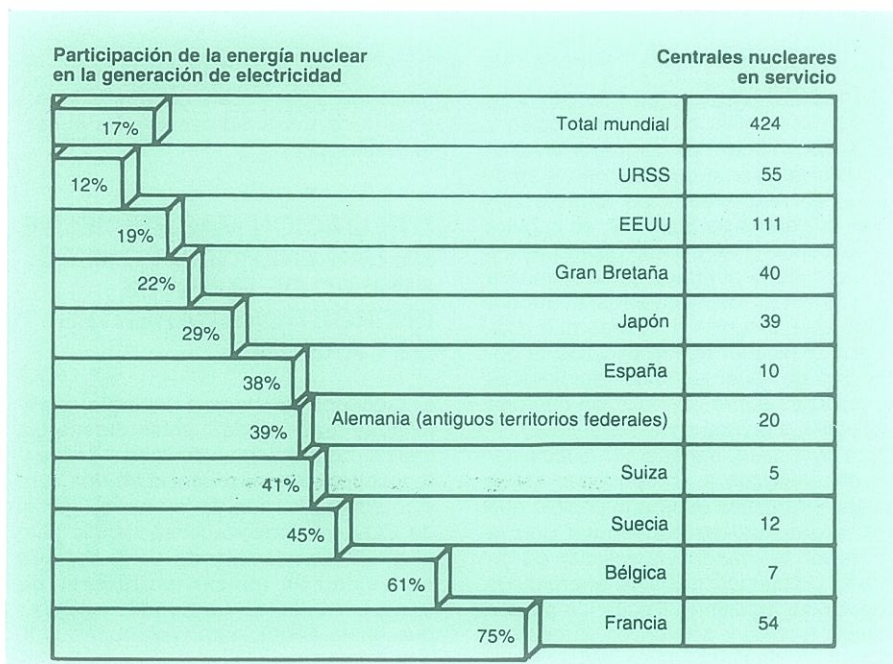


FIG 3 Centrales nucleares y participación de la energía nuclear en la generación de electricidad en algunos países. (Fuentes: Kernenergie-Aktuell 1990, DAf 8/90; Schweizerische Vereinigung für Atomenergie*, 1990.)

el primer lugar lo ocupa Francia, con un 75% de electricidad de origen nuclear. Alemania ocupa un lugar intermedio: en los antiguos territorios federales hay 20 centrales nucleares en servicio, que representan un 40% del abastecimiento público de electricidad. En los nuevos territorios federales, había cinco centrales nucleares en servicio, que contribuían al abastecimiento eléctrico con algo menos del 10%. Estas centrales están actualmente desconectadas por razones de seguridad, y no volverán a ser puestas en servicio.

En el mundo, se encuentran hoy 97 centrales nucleares en construcción; 16 instalaciones están bajo pedido. Muchos países siguen apostando o apuestan cada vez más por una progresión de la energía nuclear. Debido a la problemática del CO₂, en muchos países ha habido un cambio de mentalidad respecto a la energía nuclear; hay planes de nuevas construcciones y se revisan decisiones de retirarse, como en el caso de Suecia.

En Alemania, la comisión de encuestas "Previsión para la protección de la atmósfera terrestre" ha ensayado tres escenarios para evitar un 30% de CO₂ hasta el año 2005. El resultado inequívoco fue: Solo ampliando o como mínimo manteniendo la actual capacidad en centrales nucleares, podría alcanzarse de manera realista la meta citada de reducción del CO₂. Si disminuye en este tiempo la energía nuclear, ha de partirse de hipótesis no realistas sobre el ahorro y sobre la utilización de otras fuentes de

energía, cuyos costes sociales adicionales son enormes. Sin energía nuclear es mucho más irrealizable un abastecimiento de energía suficiente, soportable por el medio ambiente y viable económicamente, que con una contribución razonable de la energía nuclear.

Esta realidad no debe en cambio interpretarse como que la energía nuclear por sí sola puede resolver el problema del CO₂. Tal afirmación se atribuye de buen grado a la industria nuclear, para generar miedo en la población en base a la enorme cantidad de centrales nucleares que de ello resultaría. Pero aún cuando esa imputación sea absurda, estos miedos o reservas de la población respecto a la energía nuclear han de considerarse muy seriamente.

Por tanto, las tareas básicas de la técnica nuclear siguen siendo el funcionamiento seguro de las instalaciones existentes y eventualmente su reforma en el marco de la evolución de la técnica de la seguridad. Pero no basta ocuparse solamente de la seguridad de las centrales nucleares alemanas. Más bien debemos pedir urgentemente la aplicación de standards internacionales similares, así como que especialmente las centrales nucleares de ejecución soviética se refuerzen de manera que se eviten con seguridad averías graves.

Con las centrales nucleares-convoy Isar 2, Emsland y Neckarwestheim 2, que entraron en funcionamiento en 1988/89, se ha alcanzado en las centrales nucleares de Siemens el más elevado standard de seguridad, de acuerdo con criterios

internacionales, asegurado por una amplia experiencia en la construcción y el funcionamiento, así como por un costoso procedimiento de dictamen y aprobación en Alemania. Para futuras centrales nucleares de Siemens, se seguirá consolidando el acreditado diseño de los standard de seguridad, que continuará incorporando los sucesivos avances, con lo que, incluso en averías que desborden el diseño, quede excluida la posibilidad de repercusiones radiológicas inadmisibles sobre la población con una probabilidad rayana en la seguridad.

Sobre esta base, debería ser factible llegar en Alemania a un consenso sobre política energética que haga posible que la energía nuclear contribuya con la aportación adecuada a la solución de los futuros problemas globales energéticos y de medio ambiente. Desde los puntos de vista técnico y económico, la energía nuclear podría estabilizar e incluso reducir la expulsión de CO_2 a nivel mundial, especialmente si la energía nuclear se emplea no sólo para la generación de energía, sino también para el mercado del calor, mediante reactores de calefacción, acoplamiento fuerza-calor y aprovechamiento del calor residual, así co-

mo, a largo plazo, para generar la fuente energética móvil hidrógeno para el sector del tráfico.

UTILIZACION MAS EFICIENTE DE LAS ENERGIAS FOSILES, EMPLEO DE FUENTES ENERGÉTICAS CARENTES DE CARBONO

El creciente consumo de energía, las limitadas reservas de fuentes de energía fósiles, los problemas del medio ambiente y sobre todo la exigencia de una considerable reducción de la emisión global de CO_2 , traen como consecuencia para el futuro abastecimiento de energía la necesidad de utilizar las fuentes de energía fósiles de forma más eficiente que hasta ahora, para prolongar sus limitadas reservas y reducir las emisiones específicas de CO_2 .

La escasez del petróleo y del gas natural, y sus consiguientes encarecimientos, no van a cambiar. Por ello, el abastecimiento de energía, incluso para calefacción y tráfico, debe realizarse en una proporción considerable mediante

una utilización eficiente del carbón y mediante la energía nuclear. Para superar los problemas del medio ambiente es imprescindible ampliar el empleo de la energía nuclear, ya que ni la mejora de la eficiencia de las energías fósiles ni la aportación de las energías renovables al abastecimiento de energía en el mundo, son suficientes para la gran reducción necesaria de las emisiones globales de CO_2 .

El filósofo Hans Jonas ha defendido en su libro "El principio de la responsabilidad" la máxima de que en el mundo actual ha de omitirse toda acción respecto a la que existan fundadas dudas en cuanto a sus posibles consecuencias. A esto puede objetársele que no sólo el hacer, sino también el dejar de hacer tiene sus consecuencias. Aplicado a la energía nuclear, ello significa: No es suficiente estudiar una y otra vez en qué riesgos tal vez incurrimos cuando utilizamos la energía nuclear. Con la misma atención ha de tratarse la cuestión, que ha de debatirse públicamente, de en qué riesgos incurrimos cuando renunciemos a la energía nuclear para solucionar los problemas globales de la energía y del medio ambiente.