

# CO<sub>2</sub> – freie Kohle - Kraftwerke



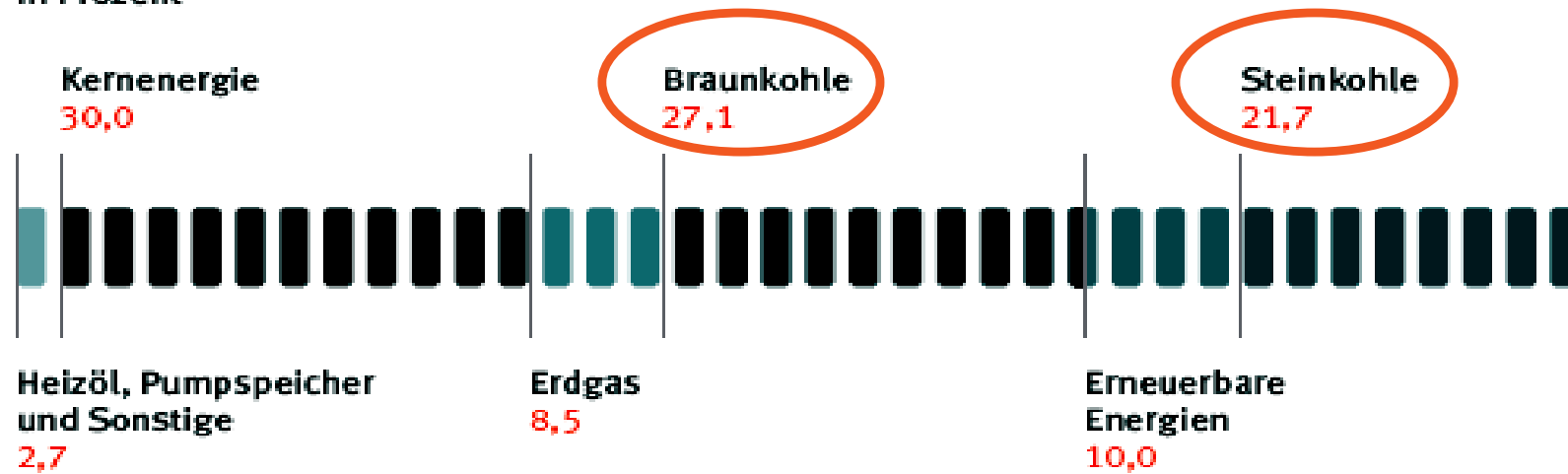
**Eine Chance für die  
Energieproduktion  
und für unsere  
Umwelt?**



OV Edingen-  
Neckarhausen

CO <sub>2</sub> - Verursacher	1990		2000 - 2002		
	Mio. t	Anteil	Mio. t	Anteil	Veränderung
Industrie	197	19%	137	16%	-30%
Gewerbe	90	9%	61	7%	-32%
Kraftwerke	439	43%	368	43%	-16%
Verkehr	159	16%	175	20%	10%
Haushalte	129	13%	122	14%	-5%
Gesamt	1.014	100%	863	100%	-15%

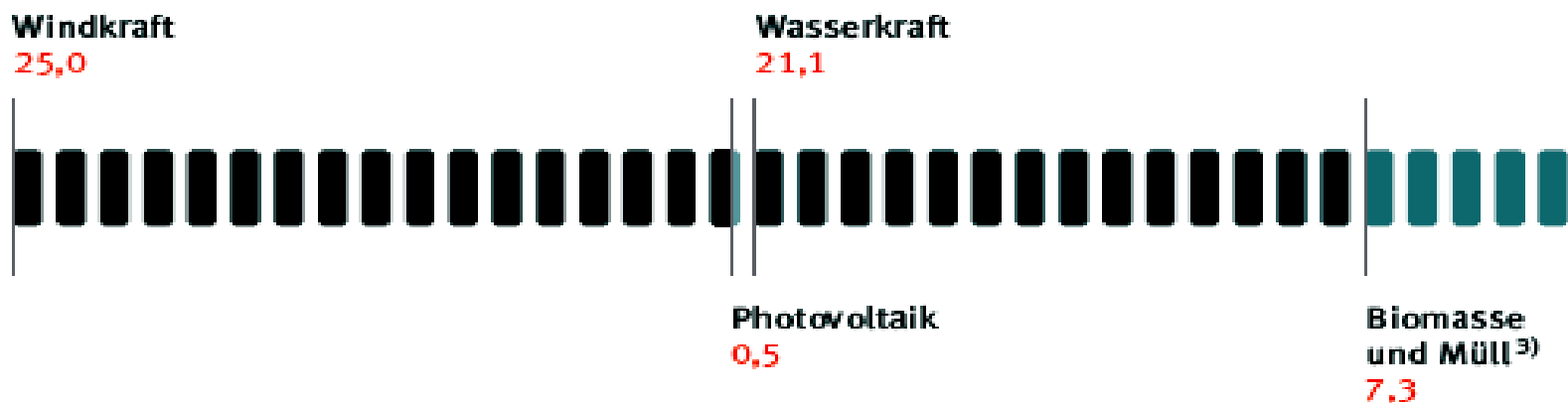
**Anteile der Energieträger an der Netto-Stromerzeugung der Stromversorger und privaten Betreiber in Prozent**



Quelle: VDEW Bericht für: 2004 / Deutschland

**Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien 2004 in Mrd. kWh<sup>1)</sup>**

Summe: 53,9 Mrd. kWh<sup>2)</sup>



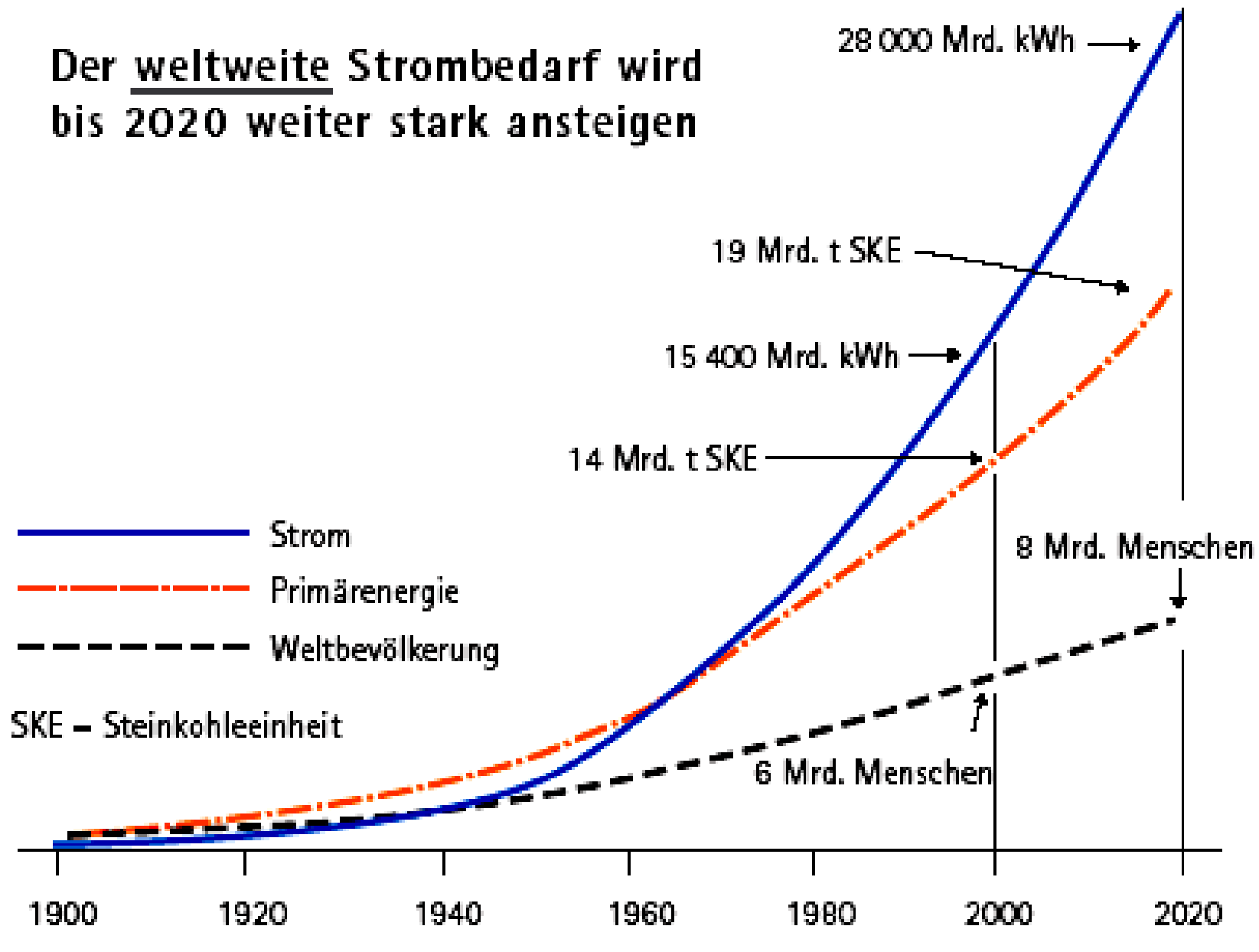
Quelle: VDEW

<sup>1)</sup> vorläufig

<sup>2)</sup> Erzeugung der Stromversorger inklusive Einspeisung privater Betreiber

<sup>3)</sup> Müll: nur erneuerbarer Anteil (geschätzt)

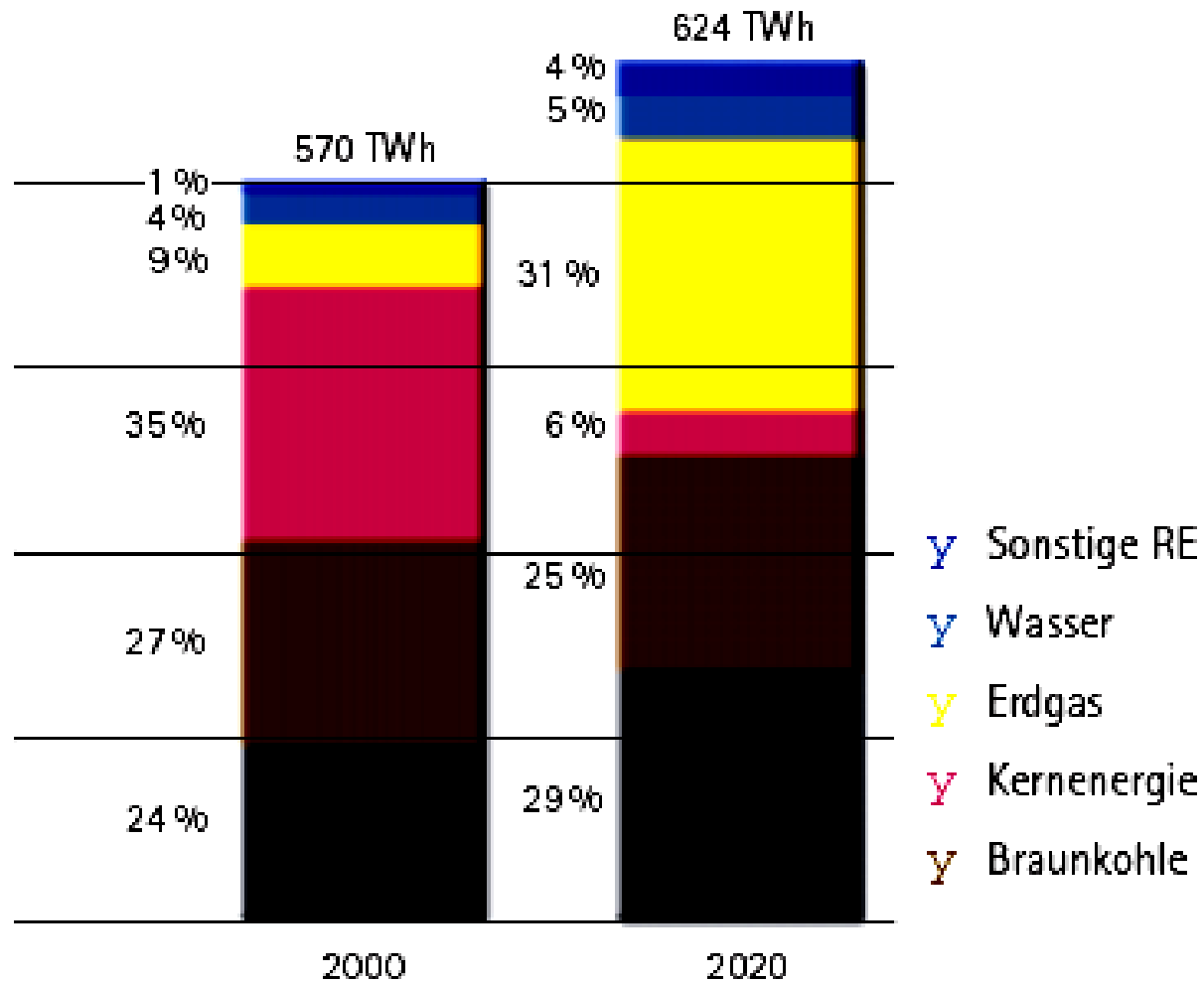
## Der weltweite Strombedarf wird bis 2020 weiter stark ansteigen



Quelle: VGB PowerTech, 2003

# Entwicklung der Stromerzeugung in Deutschland von 2000 - 2020

+ 9 %



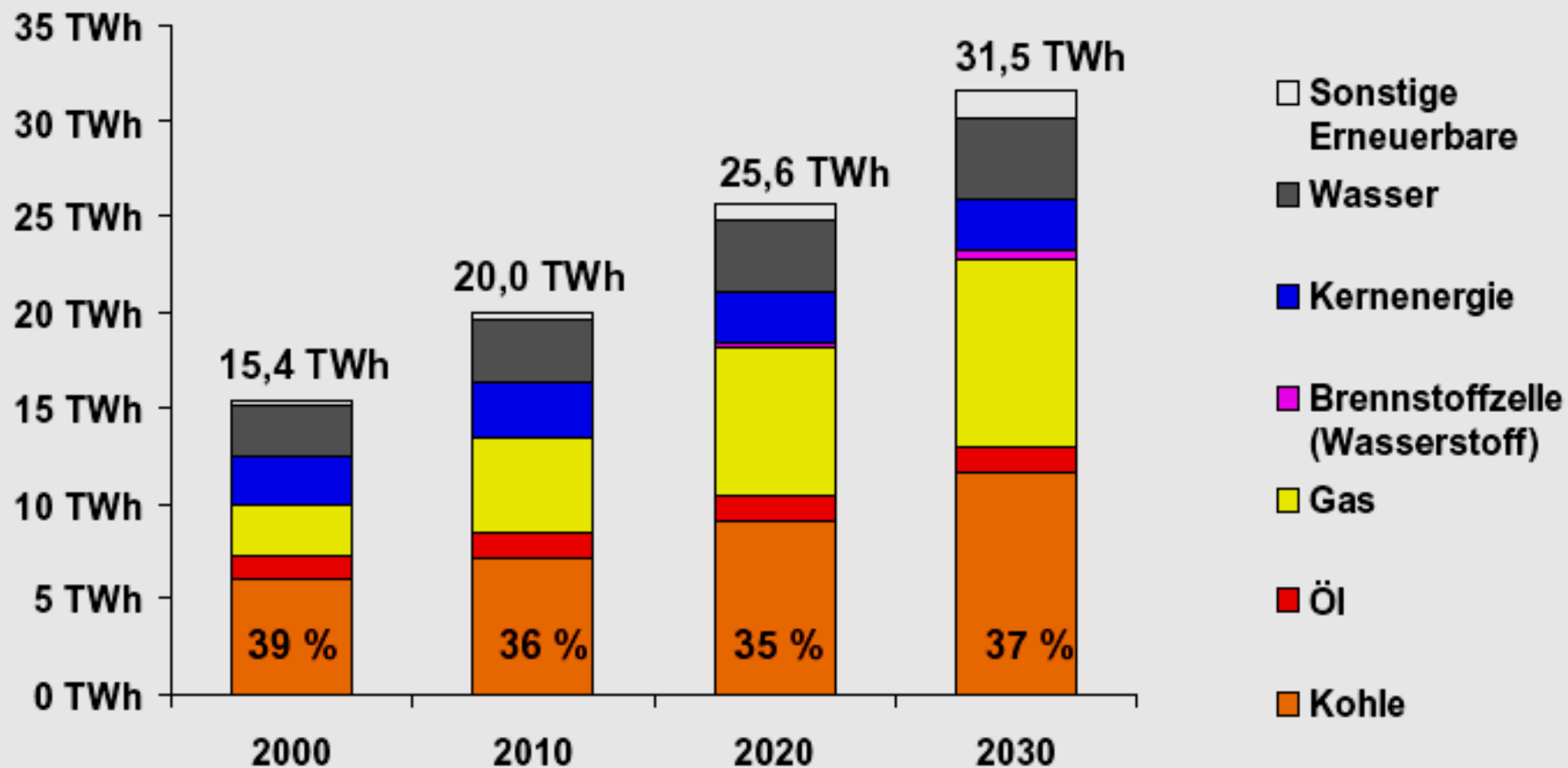
Quelle: VGB PowerTech, 2003

ESSO-Prognose 2/2002

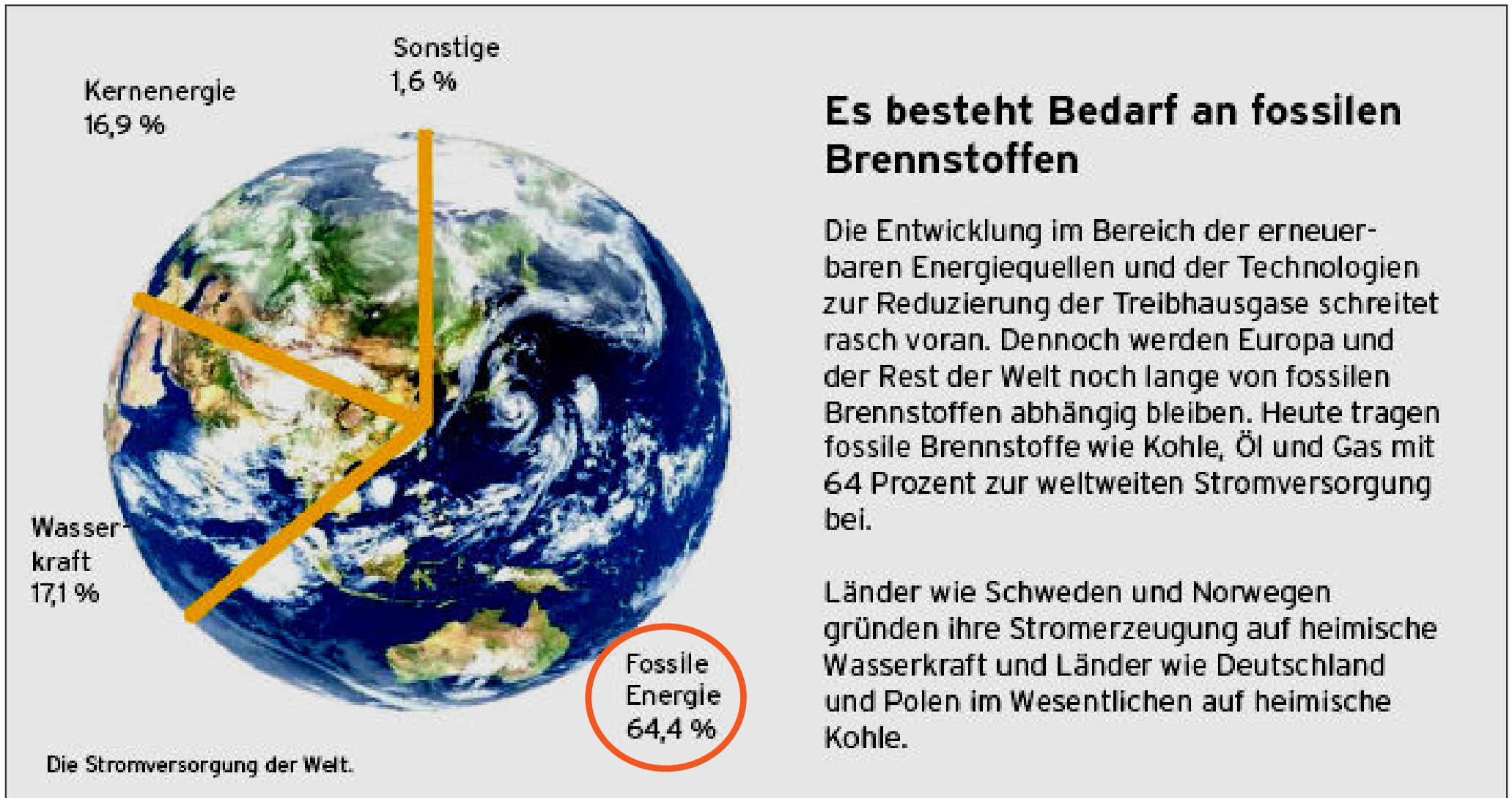


OV Edingen-Neckarhausen

# Weltstromerzeugung



Quelle: Internationale Energie Agentur, World Energy Outlook, Paris 2002



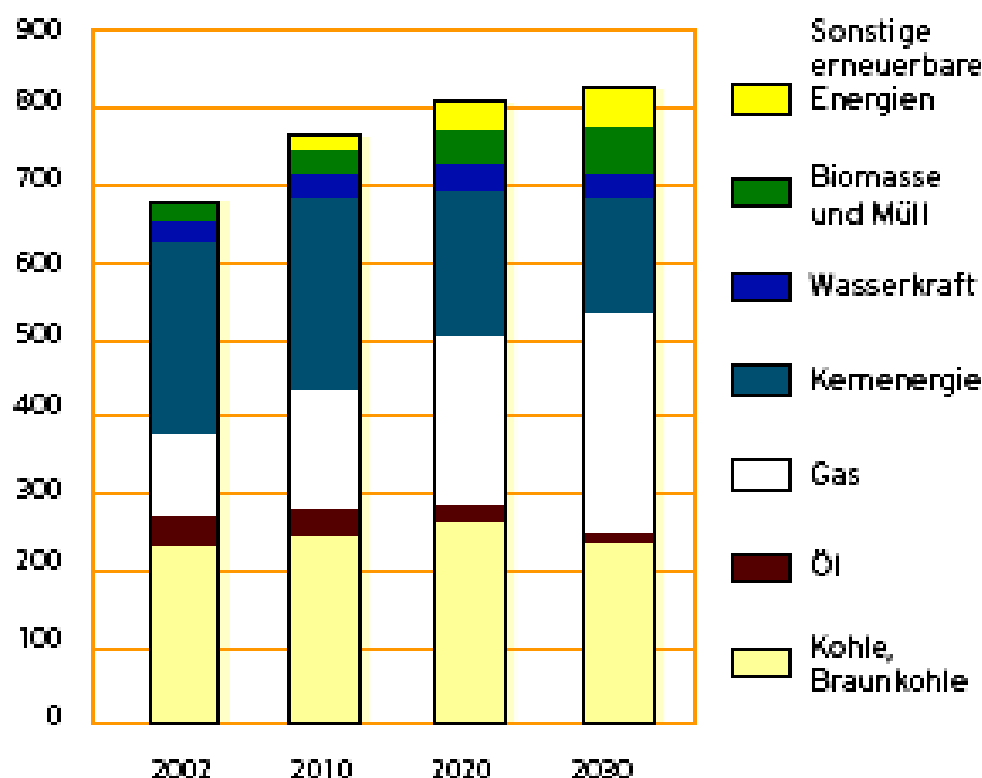
## Es besteht Bedarf an fossilen Brennstoffen

Die Entwicklung im Bereich der erneuerbaren Energiequellen und der Technologien zur Reduzierung der Treibhausgase schreitet rasch voran. Dennoch werden Europa und der Rest der Welt noch lange von fossilen Brennstoffen abhängig bleiben. Heute tragen fossile Brennstoffe wie Kohle, Öl und Gas mit 64 Prozent zur weltweiten Stromversorgung bei.

Länder wie Schweden und Norwegen gründen ihre Stromerzeugung auf heimische Wasserkraft und Länder wie Deutschland und Polen im Wesentlichen auf heimische Kohle.

Quelle: Vattenfall Europe

IEA WEO 2004 - Referenzszenario: Nachfrage nach Strom- und Wärmeerzeugung in der Europäischen Union (EU-25).



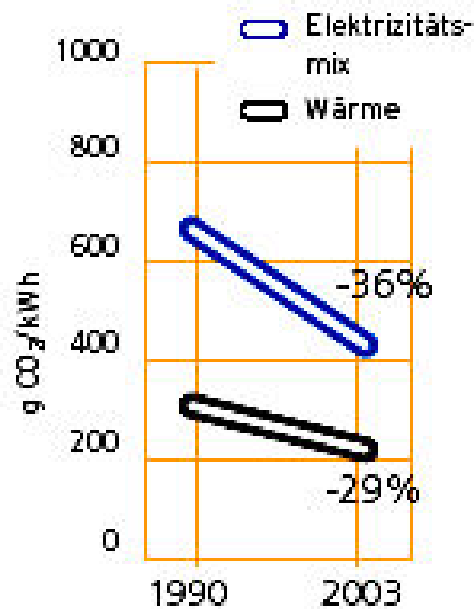
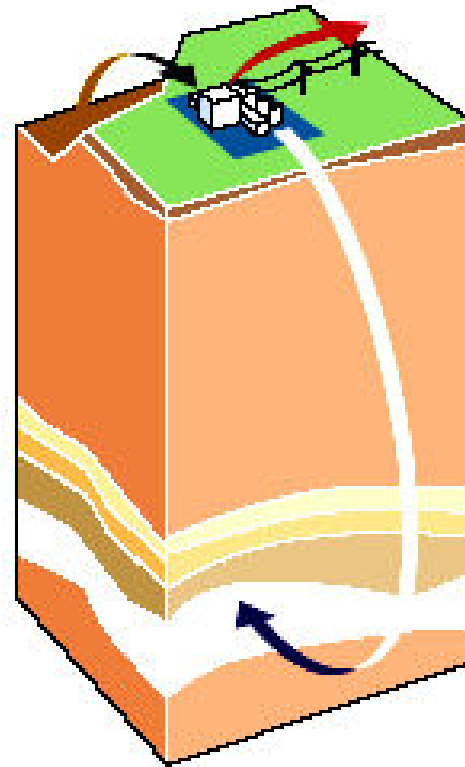
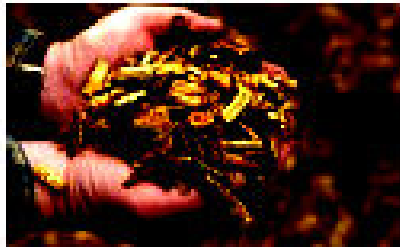
International Energy Agency (IEA) World Energy Outlook 2004  
- Referenzszenario: Nachfrage nach Strom- und Wärmeerzeugung  
in der Europäischen Union (EU-25).

## Haben fossile Brennstoffe eine Zukunft?

Die International Energy Agency (IEA) prognostiziert, dass erneuerbare Energiequellen wie Windkraft auch in den kommenden 20 bis 30 Jahren weniger als 15 Prozent des Weltverbrauchs ausmachen werden. In der EU (EU-25) wird die Nutzung fossiler Brennstoffe voraussichtlich zunehmen. Laut IEA-Referenzszenarien werden 50 bis 60 Prozent der Elektrizität und Wärme im Jahr 2030 auf fossilen Brennstoffen basieren, gegenüber 55 Prozent im Jahr 2002.

Quelle: Vattenfall Europe





Die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen (g/kWh) durch die von Vattenfall betriebenen Anlagen wurden seit 1990 um ca. 30 Prozent gesenkt.

## Möglichkeiten zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

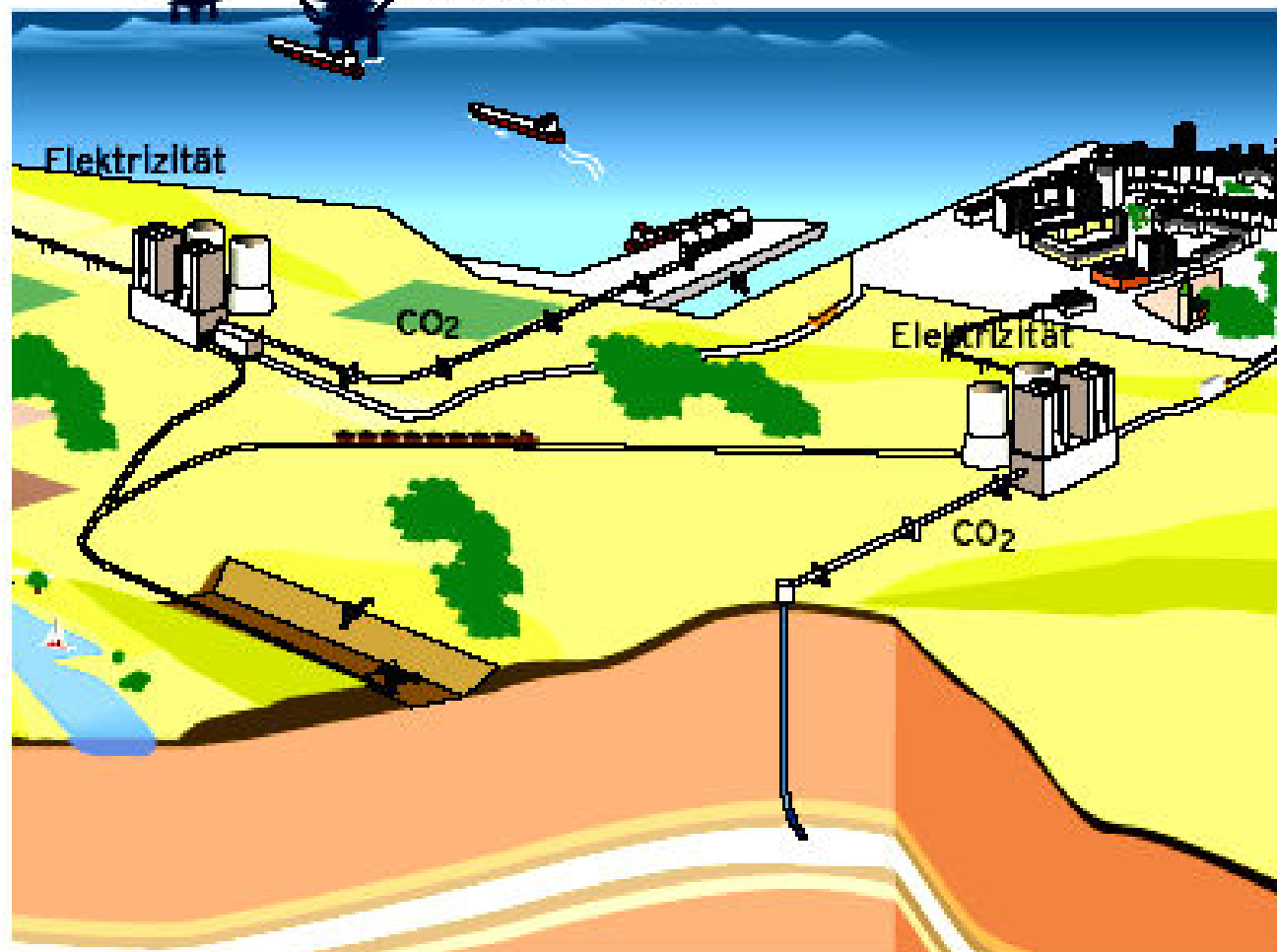
Die wichtigsten Möglichkeiten zur Reduzierung der Kohlendioxidemissionen durch Kraftwerke, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden, sind:

- Optimierung vorhandener Technologien. Durch Effizienzsteigerung im Prozess werden die Emissionen je Energieeinheit gesenkt.
- Intensivere Nutzung von Energiequellen mit geringeren Kohlendioxidemissionen je Einheit erzeugter Energie oder Umstellung auf Biomasse. (Biomasse erhöht die Nettomenge an Kohlendioxid nicht.)
- Abscheidung und dauerhafte Speicherung von Kohlendioxid aus Kraftwerken, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden.

Vattenfall beteiligt sich an der Entwicklung aller drei Möglichkeiten.

Quelle: Vattenfall Europe

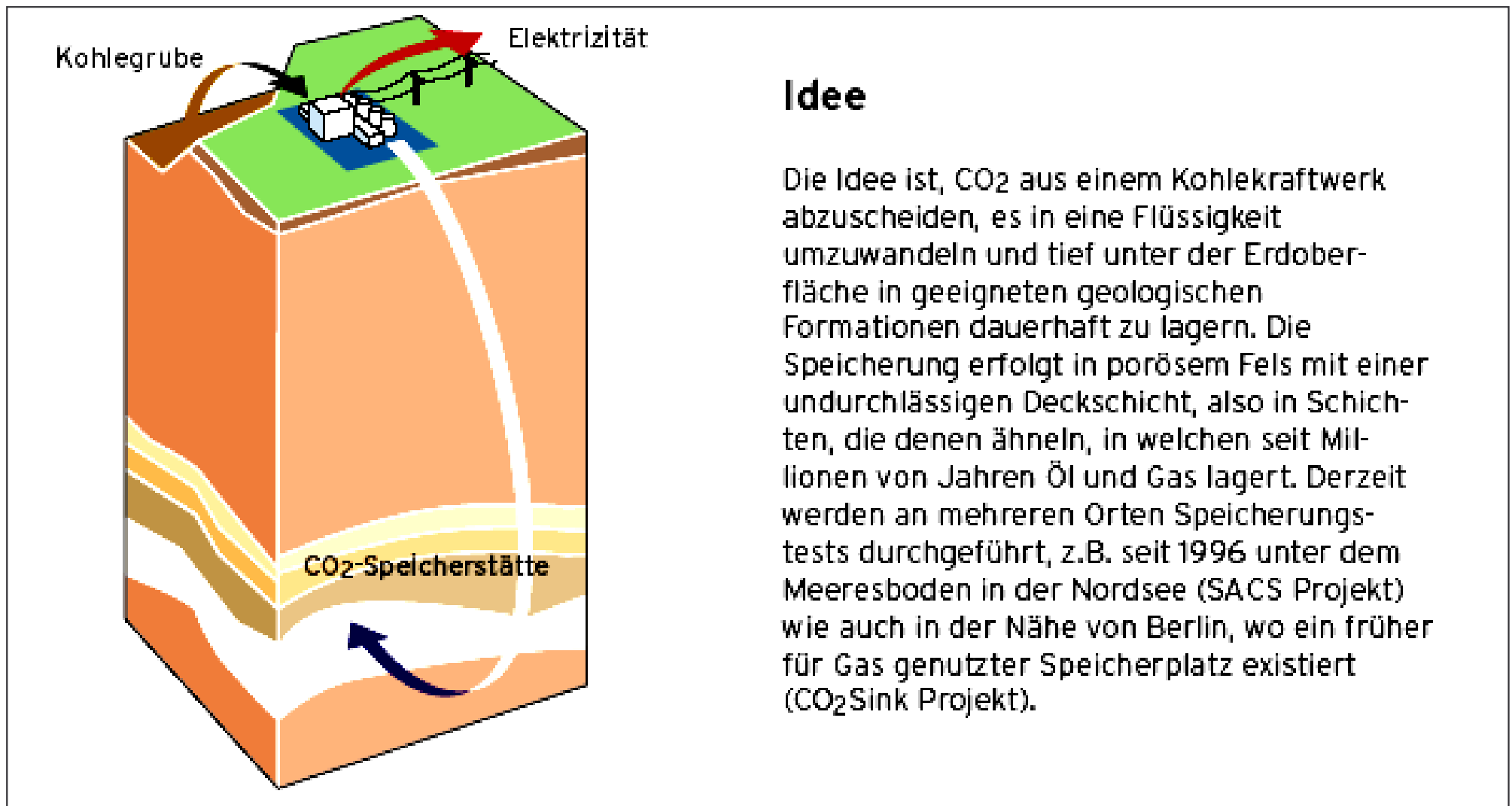
## Erweiterte Nutzung der Öllagerstätten durch CO<sub>2</sub>-Injektion



## Ziel

Im Mittelpunkt des Projekts steht die Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid, CO<sub>2</sub>, aus Kohlekraftwerken. Ziel ist es, sichere und realisierbare Technologien zur nahezu vollständigen Beseitigung von CO<sub>2</sub>-Emissionen zu günstigen Kosten zu finden, saubere Energie zu produzieren und auf diesem Wege zur Verringerung von Treibhausgasen beizutragen.

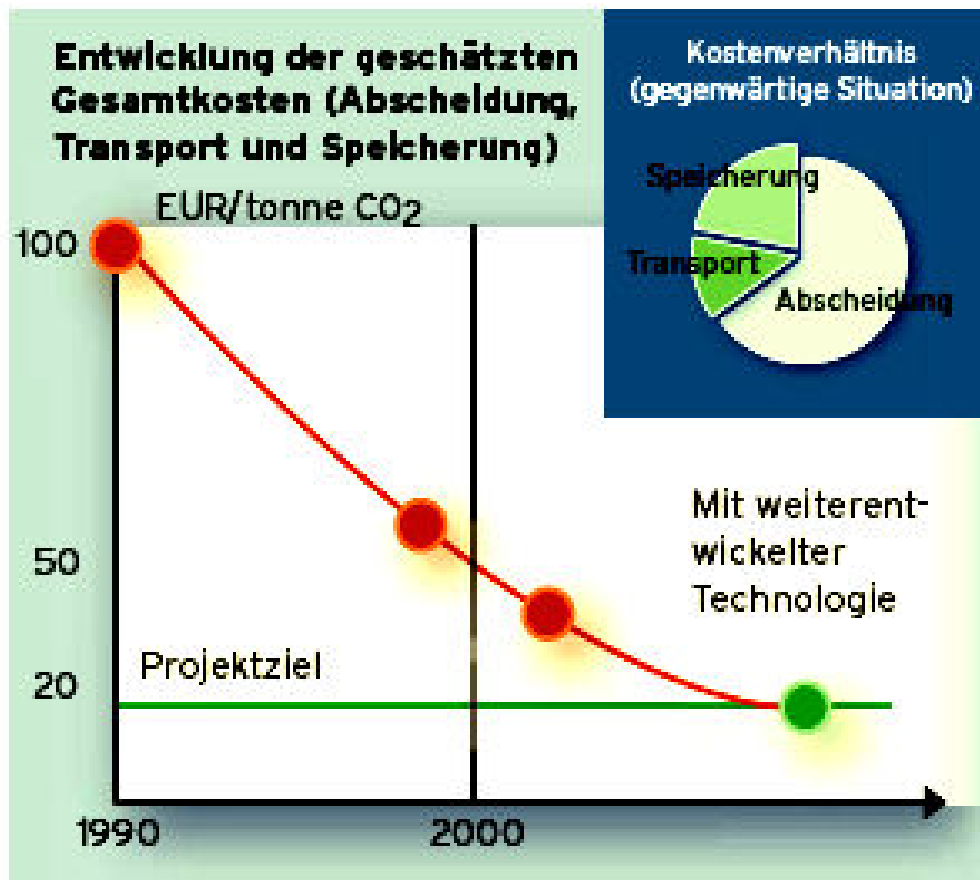
Quelle: Vattenfall Europe



## Idee

Die Idee ist, CO<sub>2</sub> aus einem Kohlekraftwerk abzuscheiden, es in eine Flüssigkeit umzuwandeln und tief unter der Erdoberfläche in geeigneten geologischen Formationen dauerhaft zu lagern. Die Speicherung erfolgt in porösem Fels mit einer undurchlässigen Deckschicht, also in Schichten, die denen ähneln, in welchen seit Millionen von Jahren Öl und Gas lagert. Derzeit werden an mehreren Orten Speichertest durchgeföhrt, z.B. seit 1996 unter dem Meeresboden in der Nordsee (SACS Projekt) wie auch in der Nähe von Berlin, wo ein früher für Gas genutzter Speicherplatz existiert (CO<sub>2</sub>Sink Projekt).

Quelle: Vattenfall Europe



Die Abscheidungs- und Speichertechnik wird innerhalb des Systems für den Handel mit Emissionszertifikaten konkurrenzfähig, wenn die Gesamtkosten auf 20 EUR/Tonne CO<sub>2</sub>-Emissionen gesenkt werden können.

## Kommerzielle Bedingungen

Die kommerzielle Grundlage wird vom System für den Handel mit Emissionszertifikaten vorgegeben, das im Januar 2005 in Europa eingeführt wurde. Die technischen Konzepte werden vorbehaltlich einer kosteneffizienten Entwicklung des Systems des Emissionshandels entwickelt. Vattenfalls Ziel ist die Entwicklung eines kommerziellen Konzepts zu Gesamtkosten von maximal 20 Euro je Tonne Vermeidungskosten für das abgeschiedene und dauerhaft gespeicherte CO<sub>2</sub>.

Quelle: Vattenfall Europe

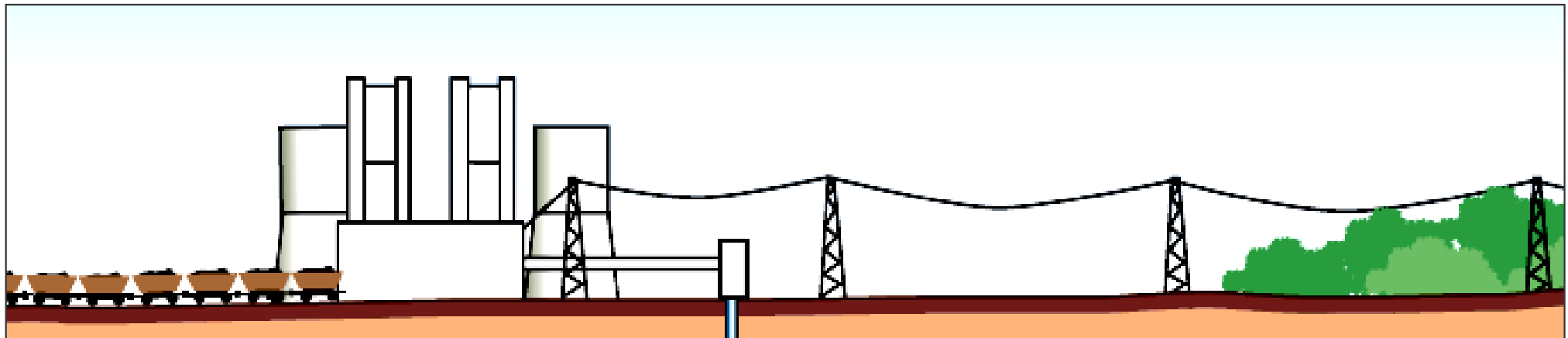


## Zeitlicher Rahmen

Vattenfall startete das Projekt im Jahr 2001. Laut Plan soll das Projekt mit der Konstruktion einer Elektrizitäts-Demoanlage mit einer Leistung von 250 MW enden. Ziel ist es, bis spätestens 2020 ein kommerzielles Konzept zu haben. Es ist jedoch noch viel Forschungs- und Entwicklungsarbeit erforderlich, bis der

Bau der Demoanlage in Angriff genommen werden kann. Der Bau einer 30-MW<sub>th</sub>-Pilotanlage wird ein wichtiger Meilenstein des Projekts sein. In der Pilotanlage sind Tests vorgesehen, um die Entwicklung und Konstruktion der Demoanlage zu fördern.

Quelle: Vattenfall Europe

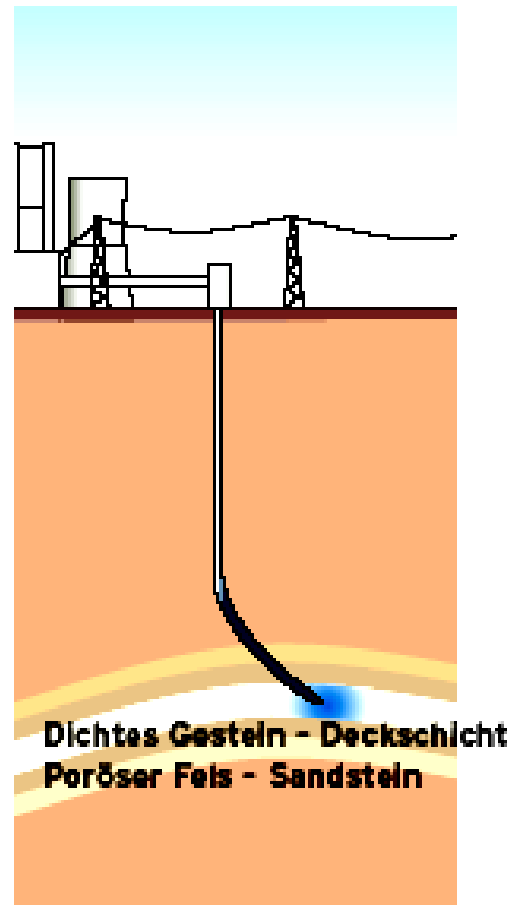
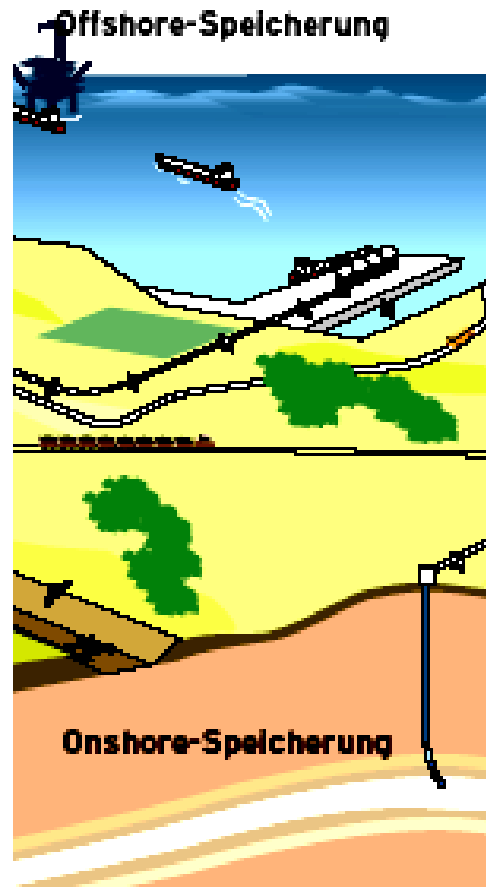


## Die Technologie zur Kohlendioxidabscheidung und -Speicherung (CCS) im Überblick

Das CO<sub>2</sub> wird aus dem Verbrennungsprozess des Kraftwerks abgeschieden und zu einer Flüssigkeit verdichtet, um den Transport zu erleichtern. Anschließend wird das CO<sub>2</sub> zur dauerhaften Speicherung in einer Tiefe von

800 Metern oder tiefer in eine poröse unterirdische Felsformation injiziert. Dort wird das CO<sub>2</sub> durch den vorhandenen Druck in flüssigem Zustand gehalten.

Quelle: Vattenfall Europe



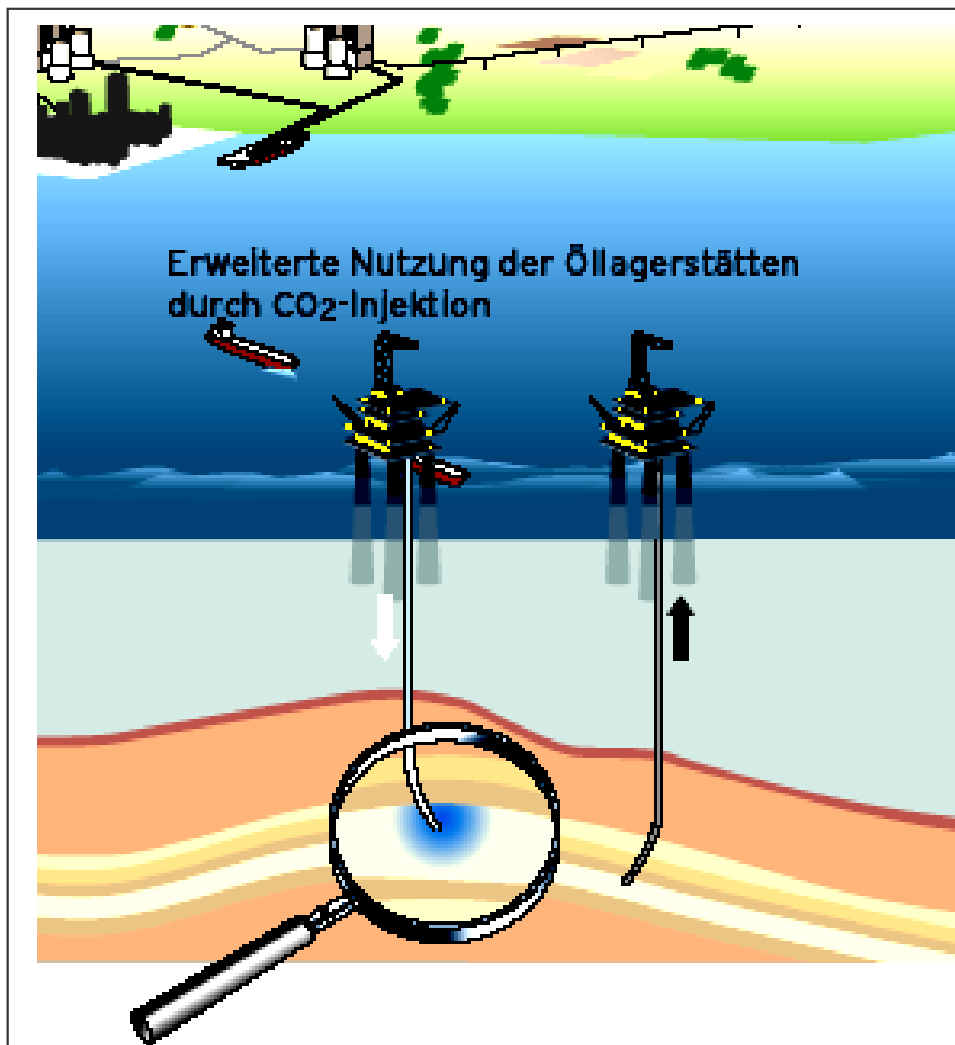
## CO<sub>2</sub>-Speicherung

Die CO<sub>2</sub>-Speicherkapazität in Europa übersteigt vermutlich den Bedarf, der sich anhand der verfügbaren Mengen an fossilen Brennstoffen ermitteln lässt. Die Forschung im Bereich der CO<sub>2</sub>-Speicherung konzentriert sich auf drei potenzielle Lagermöglichkeiten:

1. Die geologische Onshore-Speicherung in der Nähe des Kraftwerks wie auch in größerer Entfernung.
2. Die geologische Offshore-Speicherung unter dem Meeresboden in der Nordsee.

Vattenfall untersucht nicht die Möglichkeit der Kohlendioxidspeicherung im Meerwasser, da zu große Unsicherheit bezüglich der Umweltauswirkungen und -risiken dieser Alternative besteht.

Quelle: Vattenfall Europe

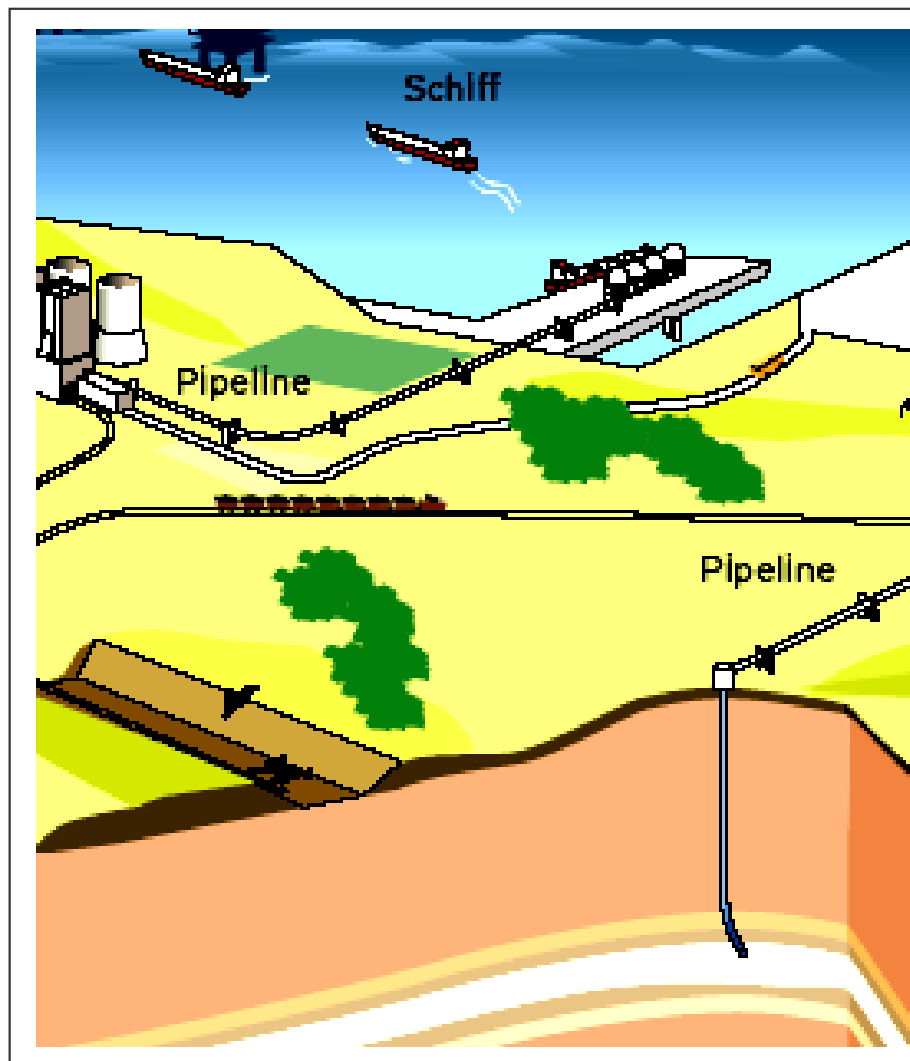


## Geologische Formationen für die CO<sub>2</sub>-Speicherung

Für die CO<sub>2</sub>-Speicherung geeignete geologische Formationen sind tief gelegene saline Aquifere oder teilweise erschöpfte Öl- und Gaslagerstätten. Aquifere sind Schichten aus porösem Fels - oft Sandstein - die in der Regel Salzwasser enthalten. Normalerweise liegt über dem Aquifer eine undurchlässige Deckschicht. In Öl- und Gasreservoirs ist die Struktur dieselbe, in diesem Fall war dort anstelle des Wassers Öl oder Gas enthalten. Kohlendioxid kann auch zur erweiterten Nutzung von Öllagerstätten durch CO<sub>2</sub>-Injektion (EOR = Enhanced Oil Recovery) eingesetzt werden, ein Verfahren, das seit vielen Jahren praktiziert wird.

Quelle: Vattenfall Europe





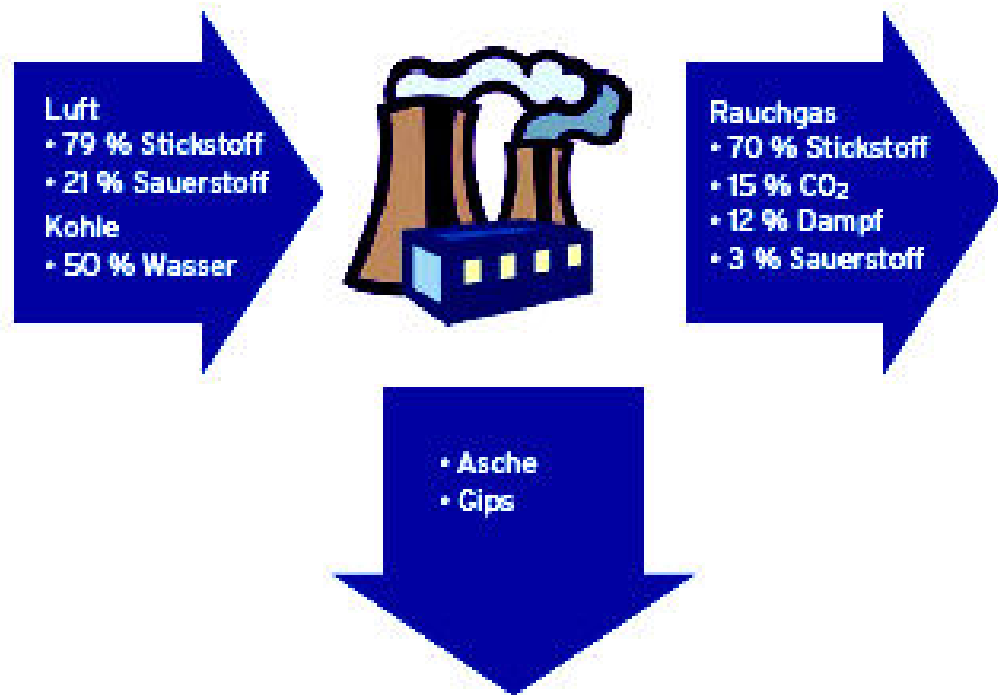
## CO<sub>2</sub>-Transport

Ein voll funktionsfähiges CO<sub>2</sub>-Abscheidungs- und Speicherungssystem muss CO<sub>2</sub> aus mehreren Kraftwerken entsorgen. Darum ist es wichtig, eine sichere und effiziente Transportmöglichkeit für große CO<sub>2</sub>-Mengen zu haben. Eine Kombination aus Pipelines und Schiffen ist wahrscheinlich die kostengünstigste Alternative für den Offshore-Transport, und es scheint, dass Pipelines die vernünftigste Alternative für den Onshore-Transport im großen Maßstab ist sind.

Quelle: Vattenfall Europe

## CO<sub>2</sub>-Abscheidung

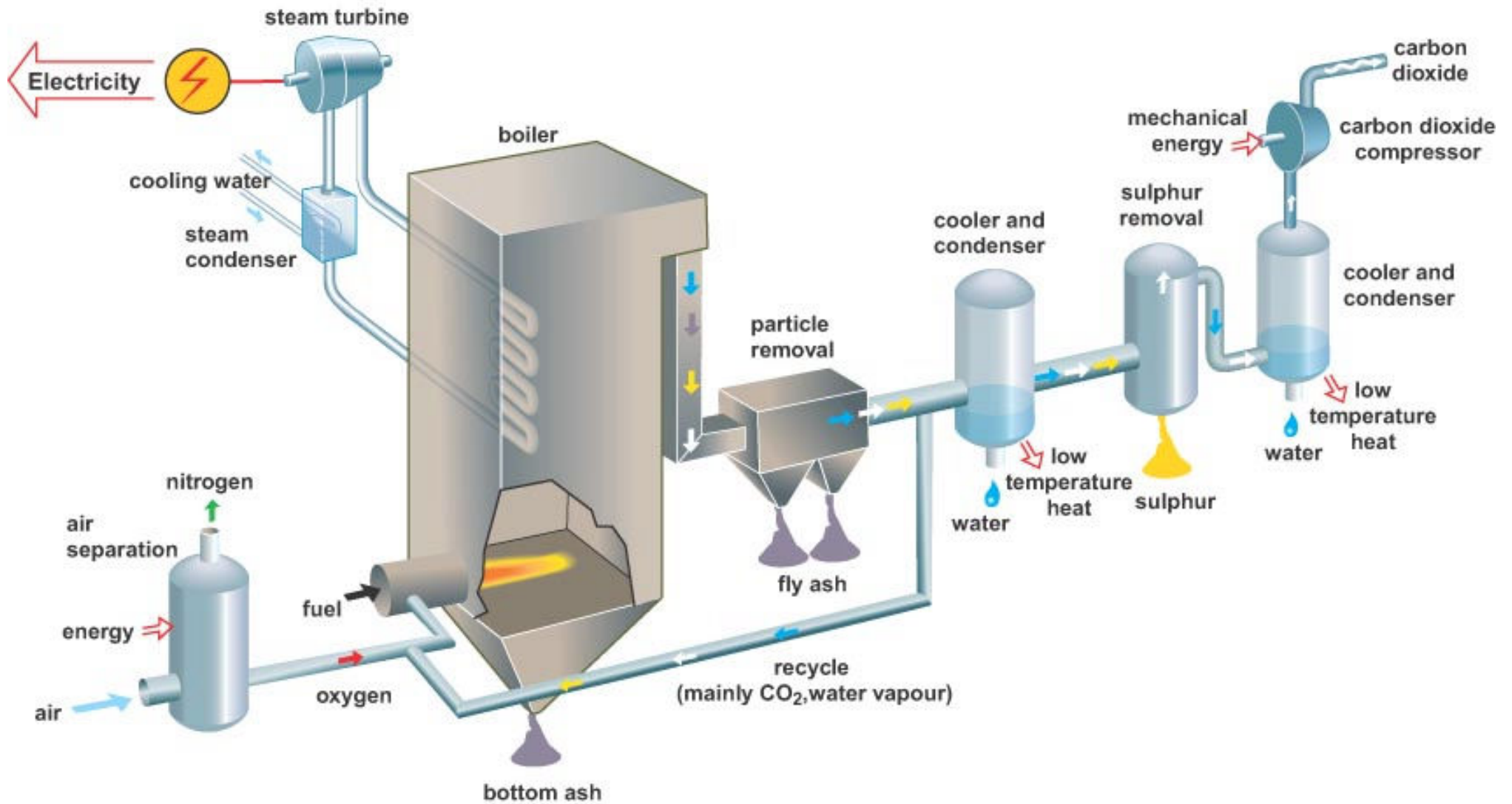
Kohlendioxid macht nur einen geringen Teil der Rauchgase eines Kohlekraftwerks aus. Normalerweise enthalten die aus einem Kraftwerk entweichenden Rauchgase, je nach Brennstoff und Kraftwerksprozess, ca. 10 - 15 % CO<sub>2</sub>. Damit nur das CO<sub>2</sub> gespeichert wird, ist ein Verfahren erforderlich, mit dem es aus den übrigen Rauchgasbestandteilen aussepariert werden kann. Dies kann entweder durch einen Absorptionsprozess nach der Verbrennung geschehen, oder aber der Luftstickstoff wird bereits vor dem Verbrennungsprozess separiert (Oxyfuel-Prinzip). Das Resultat ist in beiden Fällen ein Gas, das im Wesentlichen aus CO<sub>2</sub> und Wasser besteht. Darüber hinaus verbrauchen beide Verfahren Energie, so dass sich die Entwicklungsarbeit darauf konzentriert, parallel zu einer Kostenreduktion diesen Energieverbrauch zu verringern.



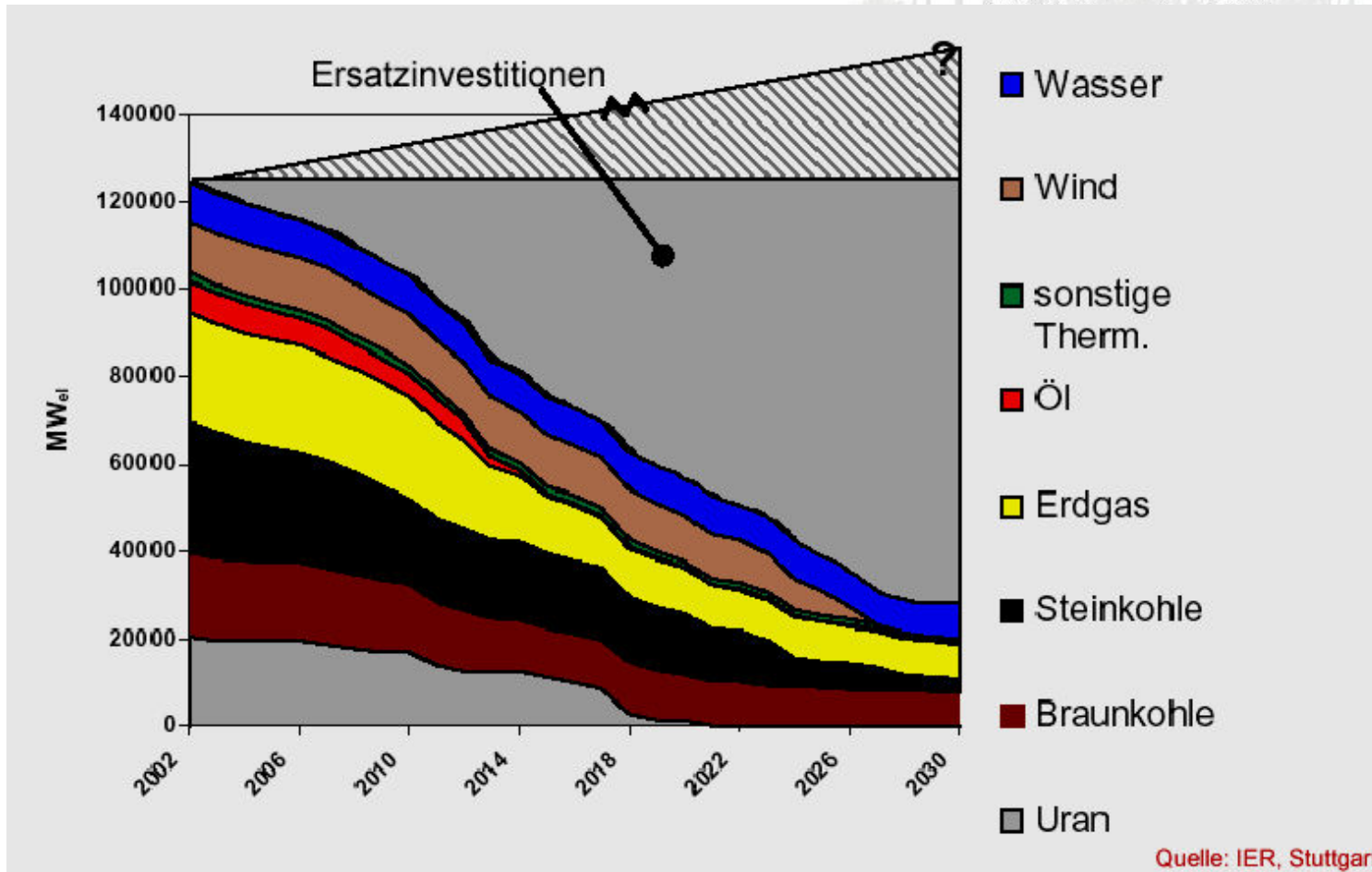
Die technische Herausforderung, konventionelles Kohlekraftwerk.

Quelle: Vattenfall Europe

## O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> recycle (oxyfuel) combustion capture



Quelle: Vattenfall Europe



## Verbleibende Kapazität des Kraftwerksbestandes 2002 in Deutschland

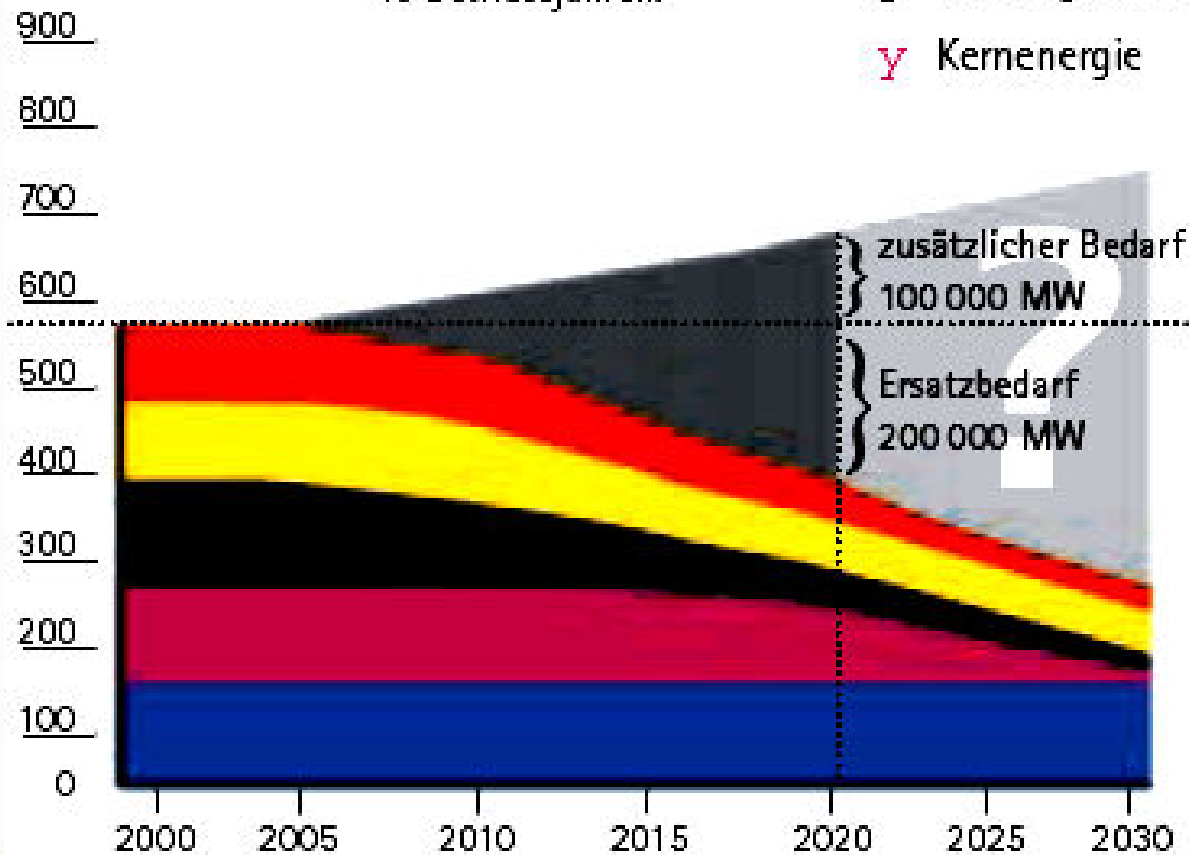


# Entwicklung des Kraftwerksparks in Europa von 2000 - 2030

Kapazität EU 15  
GW

Annahme:  
Außerbetriebnahme nach  
40 Betriebsjahren.

- Sonstige
- Erdgas
- Kohle (gesamt)
- Kernenergie



Quelle: VGB PowerTech, 2003



## F & E – Prioritäten „Rationelle Energienutzung“

- **Moderne Kraftwerkstechnologien (einschließlich CO<sub>2</sub>-Abtrennung und –Speicherung)**
- **Brennstoffzelle, Energiespeicher und Wasserstoff als Sekundärenergieträger**
- **Energieoptimiertes Bauen**

# Sieht unsere Kraftwerks-Zukunft etwa so aus ?

