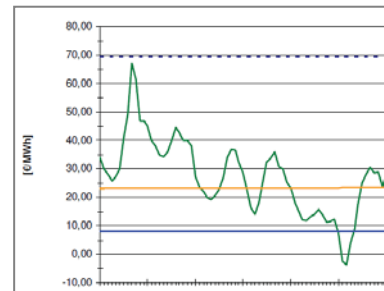


Kommt die Energiewende ins Finale?

Das Zusammenspiel Emissionshandel, EEG, Stromerzeugung und CO₂-Einsparung

Dipl.-Ing. Gerhard Artinger, VDI



Zusammenfassung eines Vortrags in Bargteheide
in Schmalensee

am 02.07.2014 und
am 22.08.2014

Der Vortrag richtet sich an Laien und Interessierte, die üblicherweise nicht mit den Details des Emissionshandels, des EEG und des Strommarktes vertraut sind.

Zusammenfassung

- Durch das europäische Emissionshandelssystem wird der CO₂-Ausstoß geldlich bewertet und begrenzt. Dadurch setzt sich für die CO₂-Einsparung immer die wirtschaftlich beste Maßnahme durch, um das Einsparziel zu erreichen.
- Durch das europäische Emissionshandelssystem kann am effektivsten CO₂ eingespart werden. Soll mehr CO₂ eingespart werden, sind auf EU-Ebene die Ziele zu senken.
- Durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und den damit verbundenen Bau von Windrädern wird kein CO₂ eingespart, es wird nur der Ausstoß verlagert, von Gas auf Kohle, von der Stromindustrie in andere Sektoren, von Deutschland in andere EU-Länder.
- Das EEG sorgt nicht für mehr Klimaschutz, sondern macht ihn deutlich teurer.
- Die Gesundheit der Menschen hat Vorrang vor Profit.
Daher muss der Abstand der Windräder zu Wohnhäusern mindestens das 10-fache der Höhe sein.

Für Schmalensee und Bargteheide bedeutet dies:

Höhe kleiner 60 bzw. 80 Meter.

1 Einleitung

Bei der Fußballweltmeisterschaft in Brasilien hat am 13. Juli unsere Mannschaft das Finale gewonnen. Kommt die Energiewende auch ins Finale oder scheidet sie in der Vorrunde aus?

Im Allgemeinen sind die Begriffe Energiewende, regenerative oder erneuerbare Energien, Energie- und CO₂-Einsparung positiv belegt. Daher werden Fragen wie

- Wird durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) CO₂ eingespart?
- Wird CO₂ eingespart, wenn ein altes Kohlekraftwerk durch viele Windräder ersetzt wird?
- Wird CO₂ eingespart, wenn ein altes Kohlekraftwerk durch viele Blockheizkraftwerke ersetzt wird?

spontan oft mit ja beantwortet.

Bei der Frage

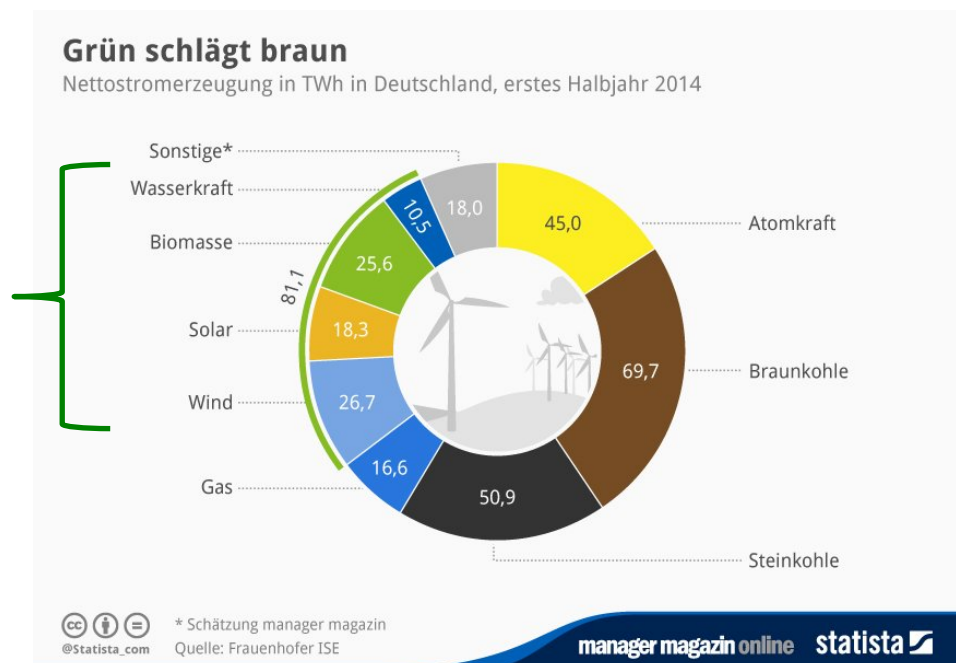
- Wird durch das europäische Emissionshandelssystem (Emission Trading System, ETS) CO₂ eingespart?

reagieren die Zuhörer schon skeptischer.

Wie hängt dies alles aber tatsächlich zusammen? Dies soll hier näher beleuchtet werden.

Die Energiewende oder das EEG wird oft als Erfolgsmodell dargestellt. Manche Statistiken lesen sich auch wirklich gut. „Grün schlägt braun“ wird in der Presse veröffentlicht.

28,8%



Quelle: Fraunhofer ISE

<http://www.manager-magazin.de/unternehmen/energie/oeko-stromerzeugung-im-strommix-in-deutschland-2014-a-979004.html>

Bild 1: Nettostromerzeugung in Deutschland aus den verschiedenen Quellen

Wasserkraft, Biomasse, Solar (Photovoltaikanlagen) und Wind erzeugen fast 30 % des Strombedarfes in Deutschland. Wer hätte dies noch vor Jahren gedacht. Die Zahl alleine ist schon eine Erfolgsmeldung (Bild 1). Relativiert wird diese Zahl, die auf die Nettostromerzeugung bezogen ist, wenn man sie auf den Gesamtenergieverbrauch, also inkl. Gebäudeheizungen, Warmwasser, Verkehr usw. bezieht. Dann decken Wind und Solar nur noch etwa 4 % des Gesamt-Energie-Verbrauchs in Deutschland. Ein Erfolg ist es aber trotzdem, das kann man anerkennen.

Lassen Sie uns aber zum Kern zurückkommen: Warum brauchen wir regenerative, erneuerbare Energien?

2 Emissionshandel

2.1 Warum Emissionshandel?

Irgendwann hatten Wissenschaftler, Politiker und auch wir Bürger erkannt, dass wohl eine steigende CO₂-Konzentration in der Atmosphäre mit einer steigenden Temperatur auf der ganzen Welt einhergeht. Schließlich hatte man sich im sog. Kyoto-Protokoll 1997 verständigt, dem Klimawandel etwas entgegenzusetzen. Man wollte den CO₂-Ausstoß beschränken, in einzelnen Ländern sogar verringern.

Wie kann man dies am besten machen? Man muss dem CO₂ einen Preis geben. Man muss CO₂ wirtschaftlich bewerten. Die Schädigung der Umwelt muss etwas kosten. Wer viel CO₂ in die Luft bläst, soll viel bezahlen, wer CO₂ einspart, soll Geld sparen. Dies führte zum CO₂-Emissionshandel.

Aber nicht nur steigende CO₂-Emissionen heizen die Erde auf. Auch andere Treibhausgase wirken ähnlich. Zu den Treibhausgasen gehören auch Lachgas (N₂O), Methan (CH₄) und teilfluorierte und perfluorierte Kohlenwasserstoffe und Schwefelhexafluorid (SF₆) [§ 3 TEHG]. Man spricht daher üblicherweise von CO₂ äquivalenten Emissionen oder Treibhausgas-Emissionen, hier in dieser Zusammenfassung kurz CO₂-Emissionen genannt. Lachgas ist etwa 300 mal, Methan etwa 25 mal schädlicher als CO₂.



Bild 2: Europäische Länder im Emissionshandel

In Europa haben sich die 28 EU Länder und die drei EFTA Staaten Island, Liechtenstein und Norwegen zu einem gemeinsamen Markt für den CO₂-Emissionshandel zusammengeschlossen (siehe Bild 2).

Es wurde eine gemeinsame Obergrenze festgelegt, wie viel CO₂ in Europa in den bestimmten Industriesektoren ausgestoßen werden darf. Für jedes Jahr eine eigene Zahl.

2013 maximal 2,084 Mrd. Tonnen
2014 maximal 1,648 Mrd. Tonnen
2015 maximal 1,712 Mrd. Tonnen usw.

Diese Zahlen sind im EU-Regelwerk festgelegt. Sie sind damit Gesetz.

Warum ab 2015 die erlaubten CO₂-Emissionen wieder ansteigen, wird hier im Moment nicht tiefer behandelt.

Wer Interesse hat, findet im Anhang weitere Informationen dazu (siehe Backloading).

Wichtig ist, dass die Zahl an CO₂-Emissionen jährlich europaweit begrenzt (gedeckt) ist.

Diese Obergrenze nennt man **= Cap**

Innerhalb dieser Gemeinschaft können CO₂-Zertifikate gekauft und verkauft werden **= Trade**

Mit dem Element Trade kommt der wirtschaftliche Aspekt, der Preis für die Umweltschädigung, ins Spiel. Durch Cap and Trade (Deckel/Verknappung und Handel) bleiben die CO₂-Zertifikate ein begehrter Artikel, für den bezahlt werden muss.

Wer gehört nun zu den Sektoren, die unter die Bestimmungen des CO₂-Emissionshandels fallen?

Es sind die großen Energieerzeugungsanlagen (Strom- und Wärmeerzeuger), es sind die Anlagen der chemischen Industrie, Raffinerien aber auch Zement-, Klinker- und Stahlhersteller. Anlagen, die eine Feuerungswärmeleistung größer 20 MW (20.000 kW) besitzen, gehören dazu. Wenn man also gedanklich 2.000 normale Hausheizungen zusammenfasst zu einer Anlage, würde man dem CO₂-Emissionshandel unterliegen und müsste für seine Heizung CO₂-Zertifikate kaufen.

2.2 Wo kommen die Zertifikate her?

Wo bekommen nun die Industrieunternehmen die Zertifikate her, die sie für ihre emittierte CO₂-Menge abgeben müssen und an wen müssen sie abgeben?

Im nachfolgenden Bild ist der Weg der Zertifikate nachgezeichnet. Die Zertifikate gibt der Staat aus. Deutschland bekommt von der EU jährlich eine exakte Menge zugeteilt. Das Umweltbundesamt und dort die Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) ist bei uns die zuständige Behörde (§ 19 TEHG). Einen kleinen Teil gibt sie nach strengen Regeln kostenlos aus. Dies soll verhindern, dass wichtige Industrie ins Ausland abwandert. Für den größeren Teil der Anlagen, z. B. für alle Stromerzeuger versteigert der Staat die Zertifikate an der Börse. Dort werden sie dann auch gehandelt. Hat jemand zu wenig oder zu viele Zertifikate, kann er dort kaufen oder verkaufen.

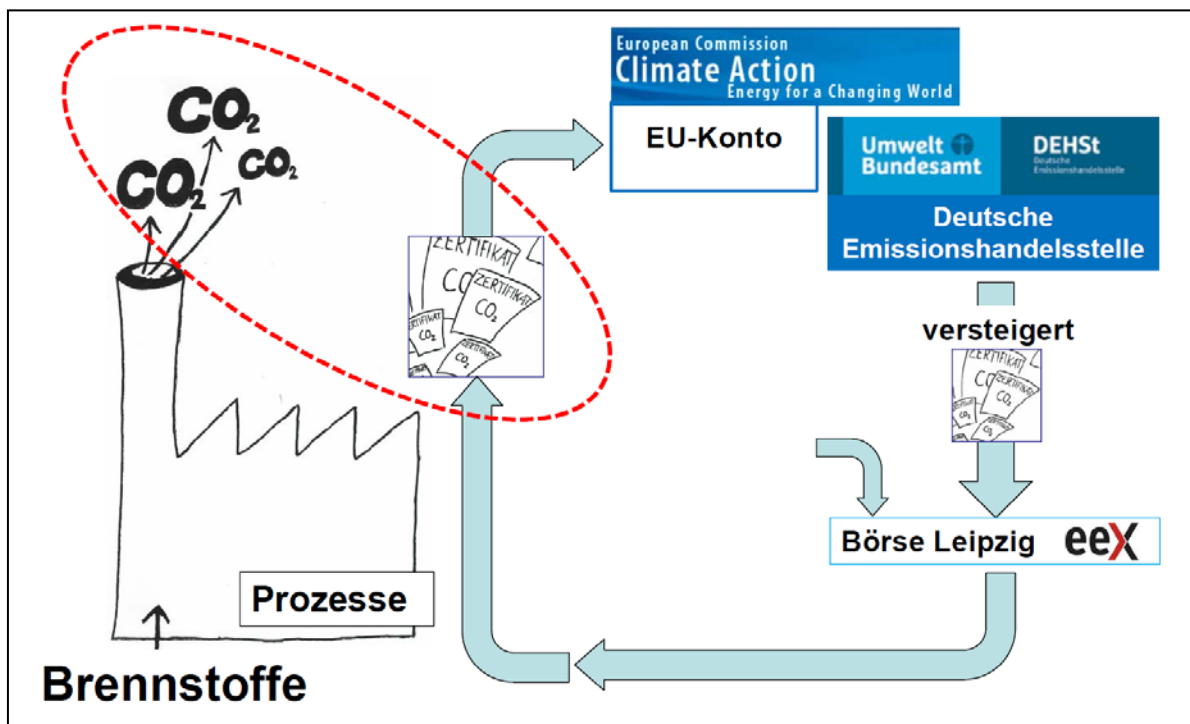


Bild 3: Prinzip des CO₂-Zertifikate-Kreislaufs. Die maximale Zahl ist jährlich von der EU festgelegt.

In den Firmen und Industrien wird genau Buch geführt, wie viel Brennstoff verbraucht wird oder welche Prozesse CO₂ ausstoßen. Dies wird durch die Behörde oder beauftragte Verifizierer nachgeprüft, vergleichbar einer jährlichen Steuerprüfung. Einige Firmen messen auch das CO₂ direkt.

Nach Abschluss eines Jahres sind dann exakt so viele Zertifikate abzugeben, wie Brennstoff verfeuert und CO₂ in die Atmosphäre abgegeben wurde. Wenn über Prozesse CO₂ entsteht, z. B. in der Zement-Industrie oder CO₂ äquivalente Emissionen in der chemischen Industrie, ist auch dies zu berücksichtigen.

Die CO₂-Zertifikate werden auf ein EU-Register (EU-Konto) abgegeben, vergleichbar einer Überweisung bei der Bank. Wird eine zu kleine Menge Zertifikate oder werden gar keine Zertifikate abgegeben, werden hohe Strafen fällig. [§ 30 TEHG]. Dies stellt sicher, dass der Deckel (= Cap) eingehalten wird. Die Vergangenheit hat dies auch bewiesen.

2.3 CO₂-Entwicklung in Europa

Die nachfolgende Grafik zeigt den Verlauf der CO₂-Entwicklung in Europa seit 1990 und die Ziele, die bis 2050 erreicht werden sollen. Auf die Details wird hier nicht eingegangen.

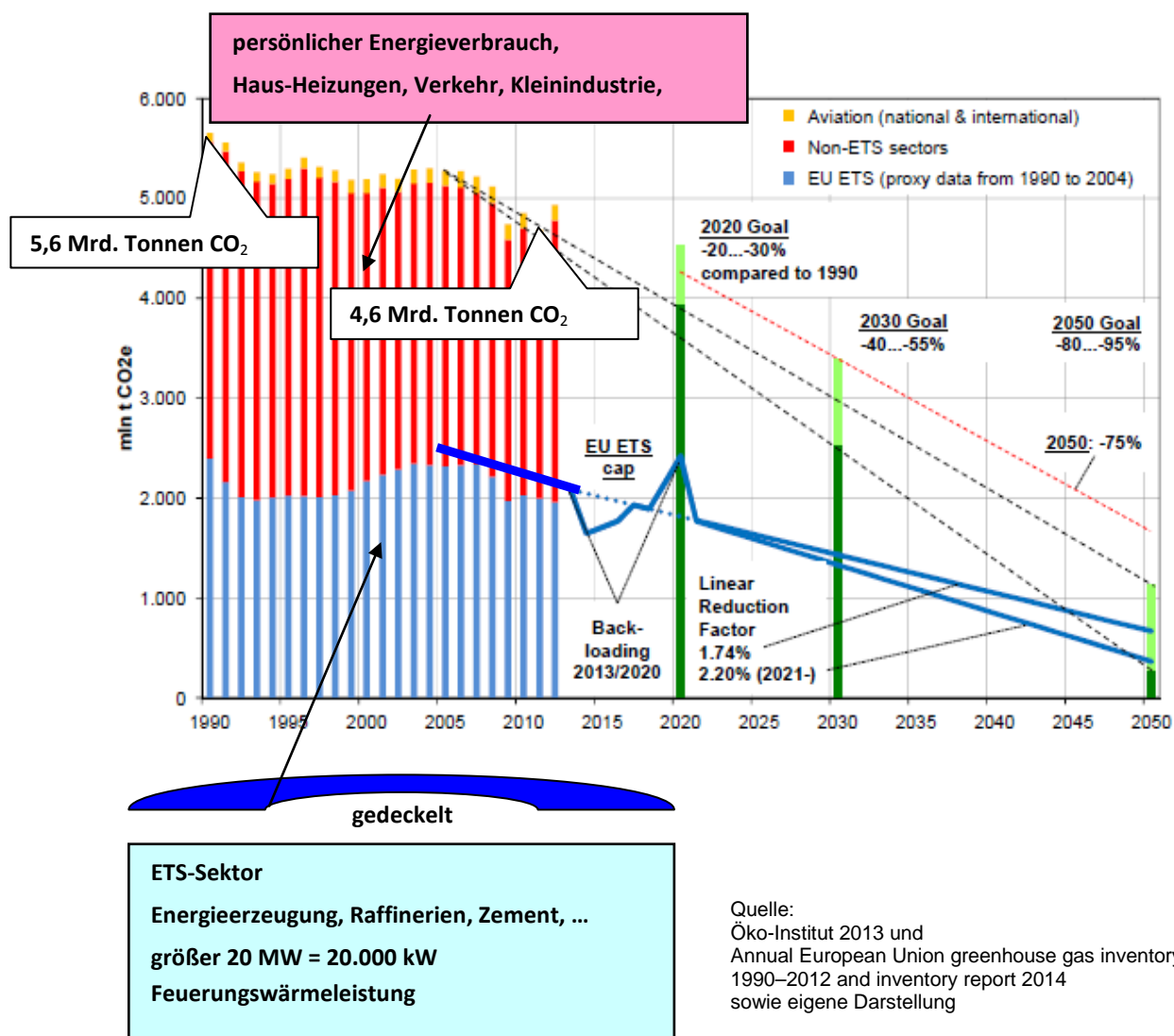


Bild 4: CO₂-Entwicklung in Europa

Wesentlich sind zwei Bereiche. Oben rot dargestellt, der persönliche Bereich mit Gebäudeheizung, Warmwasser, Verkehr sowie Kleinindustrie, Kleinbetriebe usw. Darunter der Sektor, der dem Emissionshandel (ETS) unterliegt, mit Energieerzeugung, Anlagen der chemischen Industrie, Raffinerien, Zement-, Klinker- und Stahlherstellern usw.

In Europa wurde im Jahr 1990 noch eine CO₂-Menge von rund 5,6 Mrd. Tonnen CO₂ ausgestoßen. Inzwischen ist der Ausstoß schon auf rund 4,6 Mrd. Tonnen CO₂ zurückgegangen. Die Gesamtzahl wird auch künftig immer etwas schwanken, da die Konjunktur und insbesondere ein kalter Winter diese Zahlen stark beeinflussen.

Es ist deutlich zu erkennen, dass mehr als die Hälfte der CO₂-Emissionen aus dem persönlichen Bereich, also dem Nicht-ETS-Sektor kommt, etwas weniger als die Hälfte der CO₂-Emissionen stammt aus dem ETS-Sektor. Nur dieser untere Bereich, der ETS-Sektor, ist gedeckelt. Wie zu erkennen ist, wurde die Beschränkung eingehalten. Wir erinnern uns, 2013 waren es 2,084 Mrd. Tonnen.

Fazit:

Der Emissionshandel ist durch die Elemente Cap and Trade bestimmt. Durch den Deckel (Cap) ist die maximale CO₂-Menge vorgegeben. Der Deckel wird in Schritten gesenkt oder die Emissionen werden zumindest begrenzt. Durch das Element Handel (Trade) wird CO₂ preislich bewertet. Dadurch wird immer zuerst diejenige Verbesserung auf dem Markt durchgesetzt, die sich wirtschaftlich am besten darstellt. Das Besondere dabei ist: Es funktioniert ganz ohne Subventionen.

Es bleibt festzuhalten: Durch das europäische Emissionshandelssystem (ETS) werden die CO₂-Emissionen begrenzt und können sogar gesenkt werden.

Betrachtet man die Kurven genauer, ist zu erkennen, dass man in den Jahren 2014 bis 2016 eine gewisse CO₂-Menge aus dem Markt genommen hat (900 Mio. Tonnen) und diese in 2019 und 2020 dem Markt wieder zuführen will. Dies ist unter dem Begriff Backloading bekannt. Dadurch sollte der aktuelle CO₂-Preis angehoben werden. Zur Zeit gibt es Gespräche auf EU-Ebene, aus dem Backloading ein echtes Shortening (= Kürzung) zu machen oder diese Menge oder eine vergleichbare einer Marktstabilitätsreserve zuzuführen. Dies würde dann zu einer weiteren Reduzierung der CO₂-Zertifikate und damit zu einer echten Einsparung von CO₂ führen. Auf die Einzelheiten wird hier aber nicht weiter eingegangen.

Wer mehr erfahren möchte, findet Informationen im Anhang oder unter

<http://www.eu-infothek.com/article/die-marktstabilitaetsreserve-mechanismus-soll-co2-handel-aufpaepeln>

und

<http://www.bmub.bund.de/presse/pressemitteilungen/pm/artikel/hendricks-deutschland-dringt-in-bruessel-auf-schaerfere-reform-des-emissionshandels/> im Internet.

2.4 Fallbeispiel

Betrachten wir nun ein Fallbeispiel. Zwei verschiedene Firmen (Firma A und Firma B) stellen irgendwelche Produkte her oder erzeugen Strom oder Wärme. Dafür benötigen sie Energie und stoßen im Jahr je 5.000 Tonnen CO₂ aus. Dafür brauchen sie die entsprechende Anzahl CO₂-Zertifikate, zusammen also 10.000 Stück. Nun wird über die Vorgaben des Emissionshandels die Anzahl der Zertifikate begrenzt auf beispielsweise 9.000.

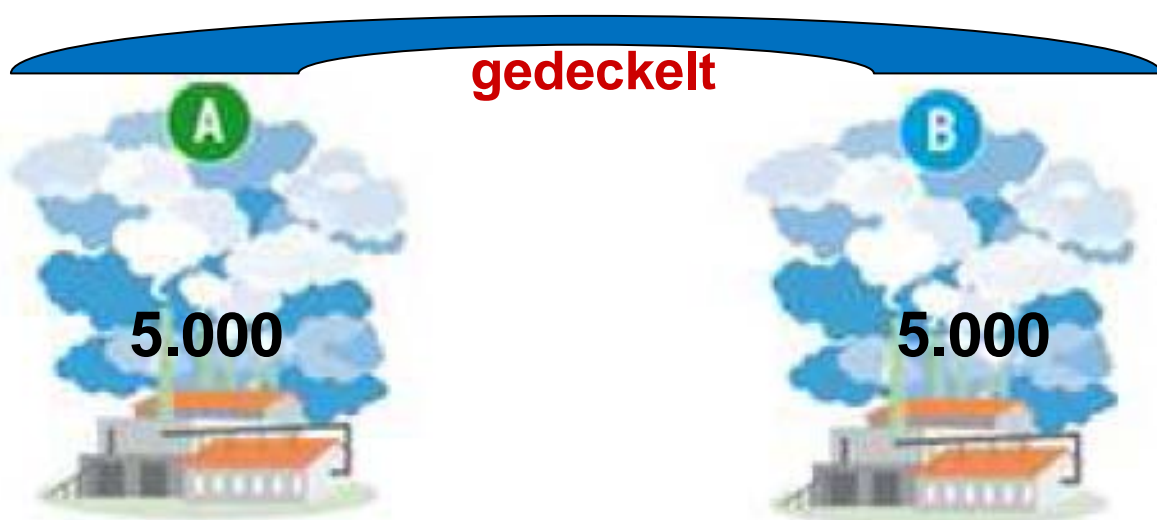


Bild 5: Fallbeispiel, zwei Firmen im Emissionshandel

Die Firmen haben zwei Möglichkeiten:

- a) Beide drosseln ihre Produktion, sparen dadurch Energie ein und reduzieren ihre Emissionen auf je 4.500 Tonnen, zusammen also 9.000 Tonnen. Damit wären die Vorgaben eingehalten, EU-weit würden 1.000 Tonnen CO₂ eingespart.
- b) Der Markt regelt dies. Firma A investiert in neue Technologie, baut verbesserte Brenner ein, installiert ein Wärmerückgewinnungssystem oder erfindet etwas ganz Neues. Um die gleiche Anzahl an Produkten herzustellen wie vorher, emittiert es jetzt nur noch 4.000 Tonnen CO₂, braucht also auch nur noch 4.000 Zertifikate.
Die 500 (im Vergleich zu 4.500), die sie nun nicht mehr braucht, fordert sie nicht auf dem Markt ab oder kann sie verkaufen, falls sie bereits in Besitz von Zertifikaten ist.
Bei Firma B ist der Prozess anders. Diese kann vielleicht nicht so leicht optimieren. Für sie ist es billiger, Zertifikate auf dem Markt zu kaufen, statt eine teure Investition zu tätigen.

Zusammen aber haben sie das Ziel erreicht, insgesamt stoßen sie statt 10.000 nur noch 9.000 Tonnen CO₂ aus. Nach diesem Prinzip funktioniert der Emissionshandel, Cap and Trade.

Dass dies auch konkret funktioniert, soll ein Beispiel aus der chemischen Industrie zeigen [2].

Durch den Einbau von Katalysatoren in der Adipin- und Salpetersäureherstellung konnten die Lachgas-Emissionen relativ kostengünstig gesenkt werden. Dies ist insbesondere ein schönes Beispiel, weil Lachgas (N₂O) etwa dreihundert mal schädlicher ist als CO₂. Es wurden von 2009 bis 2013 rund 5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente eingespart.

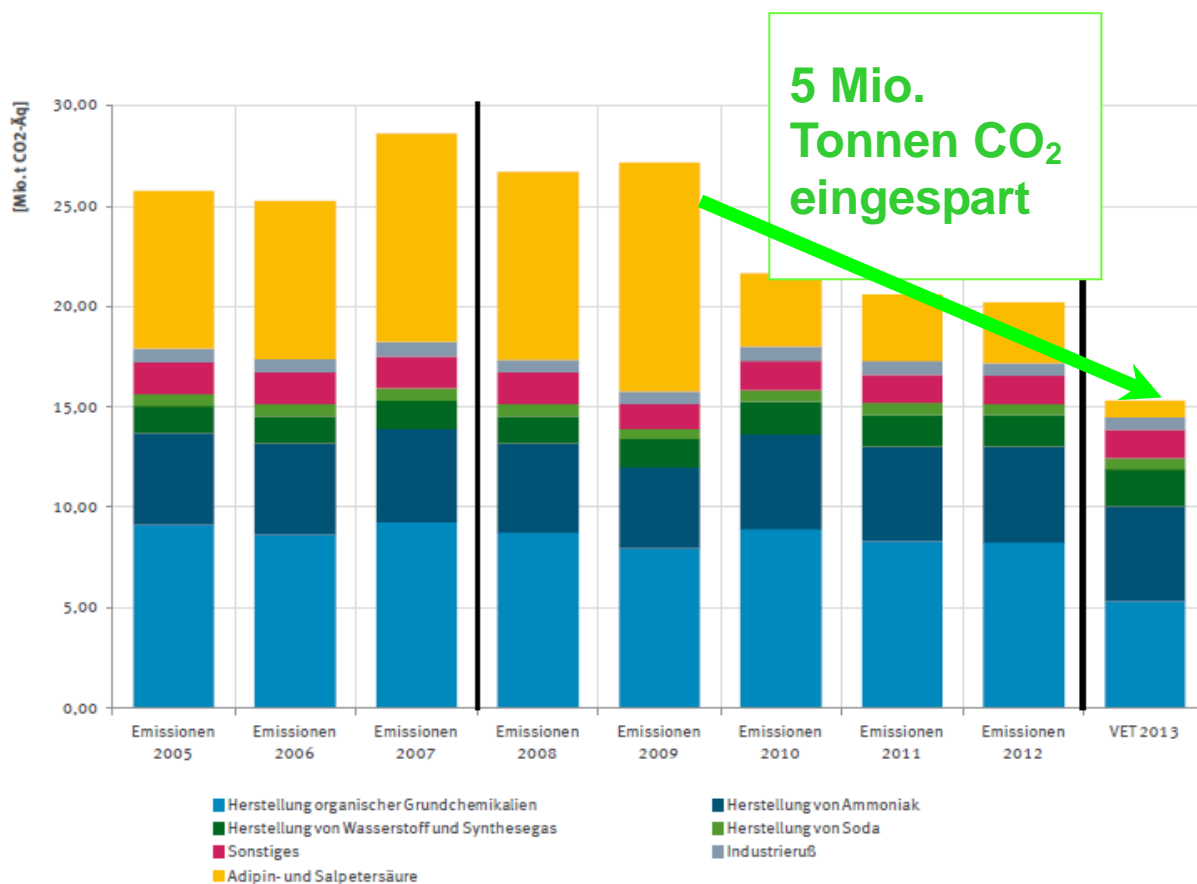


Bild 6: Entwicklung der CO₂-Äquivalente in der chemischen Industrie in Deutschland
Quelle: UBA VET-Bericht 2013

Zusammenfassend kann also gesagt werden:

**Durch das europäische Emissionshandelssystem wird der CO₂-Ausstoß begrenzt!
CO₂ wird EU-weit eingespart.**

3 Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

In Deutschland hatte man beschlossen, zusätzlich zum Emissionshandelssystem ein weiteres Instrument einzuführen. Die Grundlage für das heutige Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wurde im Jahr 2000 geschaffen.

Ziel des EEG war und ist es,

„... eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen, ...

fossile Energieressourcen zu schonen und die Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien zu fördern.“ [§ 1 EEG]

Das EEG regelt, wie viele Zuschüsse (Subventionen) die Betreiber erhalten.

Oder anders ausgedrückt: Es regelt die bevorzugte Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Quellen und garantiert den Erzeugern eine feste Einspeisevergütung.

Ziel des EEG ist also nicht, CO₂ einzusparen. Wie wir später noch sehen werden, führt das EEG daher auch nur zur Verlagerung von CO₂-Emissionen, **eine Einsparung von CO₂ ist systembedingt mit dem EEG nicht möglich.**

Weiterführende Informationen finden Sie auch im Jahresgutachten 2014 der Expertenkommission Forschung und Innovation, das am 26. Februar 2014 an die deutsche Bundesregierung übergeben wurde [5].

Dort schreibt die Kommission: „Der vom EEG induzierte verstärkte Ausbau erneuerbarer Energien in der deutschen Stromversorgung vermeidet europaweit keine zusätzlichen CO₂-Emissionen, sondern verlagert sie lediglich in andere Sektoren bzw. europäische Länder. Das EEG sorgt also nicht für mehr Klimaschutz, sondern macht ihn deutlich teurer.“ [5, Seite 52].

Im nächsten Kapitel werden die direkten Auswirkungen des EEG aufgezeigt.

4 Auswirkungen auf den Kraftwerkseinsatz

Wie wirken sich das europäische Emissionshandelssystem (ETS) und das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf den Einsatz der Kraftwerke aus?

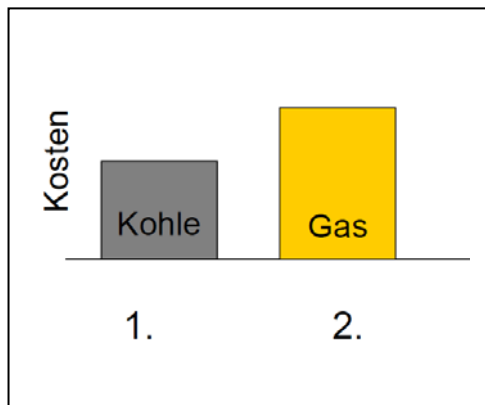


Bild 7: Einsatzreihenfolge ohne CO₂-Kosten

Mit dem Emissionshandel kommen Kosten für das CO₂ dazu. Kohle besteht hauptsächlich aus Kohlenstoff (C), während Erdgas einen sehr großen Methangehalt hat (CH₄). Beim Verbrennen von Erdgas entsteht also weniger Kohlendioxid (CO₂) als bei reiner Kohle, dafür entsteht auch Wasser (H₂O). Abhängig von Wirkungsgrad sind die CO₂-Kosten bei Strom aus Kohle etwa doppelt so hoch wie aus Erdgas.

Um eine Einheit Strom zu erzeugen, braucht man eine gewisse Menge Brennstoff. Dieser Brennstoff verursacht Kosten.

Der Preis für eine Energieeinheit Kohle ist in der Regel günstiger als für eine Energieeinheit Gas. Kohlekraftwerke werden also zur Stromerzeugung zuerst eingesetzt. Erst wenn noch mehr Strom gebraucht wird, werden Gaskraftwerke eingesetzt. (Bild 7)

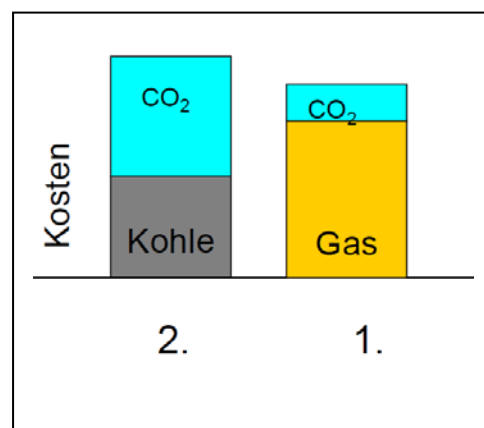


Bild 8: Einsatzreihenfolge mit CO₂-Kosten

Bei hohem CO₂-Zertifikatspreis sind Gaskraftwerke billiger als Kohlekraftwerke, Gaskraftwerke werden also zuerst eingesetzt (Bild 8)

Wird viel CO₂ emittiert, steigt der CO₂-Preis, da die maximale CO₂-Menge EU-weit begrenzt ist (vgl. Angebot und Nachfrage regeln den Preis, Cap and Trade). Bei einem hohen CO₂-Preis stellt sich automatisch ein Szenario gemäß Bild 8 ein.

Was passiert nun, wenn Windkraftanlagen viel Strom einspeisen?

Wenn Windkraftanlagen viel Strom einspeisen, müssen andere Kraftwerke zurückfahren. Genau das ist es eigentlich, was alle wollen.

Was passiert aber weiter?

Wenn konventionelle Kraftwerke zurückfahren, brauchen sie weniger Brennstoff, damit verbrauchen sie weniger CO₂-Zertifikate. Wenn weniger CO₂-Zertifikate gebraucht werden, werden diese weniger auf dem Markt nachgefragt, der Preis sinkt. Sinkt der Preis, sinken die CO₂-Kosten bei Kohlekraftwerken stärker als bei Gaskraftwerken, irgendwann sind die Kohlekraftwerke wieder billiger als Gaskraftwerke. Kohlekraftwerke werden wieder zuerst eingesetzt. Strom kommt also vermehrt aus Kohlekraftwerken.

Da EU-weit die Anzahl der CO₂-Zertifikate konstant bleibt, wird durch die Einspeisung von Strom aus Windkraft kein CO₂ eingespart, es wird lediglich verlagert. Im betrachteten Fall von Erdgas- auf Kohlekraftwerke. Auf ganz Europa bezogen findet die Verlagerung statt von Erdgas auf andere Industrien, auf andere Länder, also von Deutschland auf Tschechien, Polen, Frankreich, Spanien usw. Ergebnis ist, dass dadurch beispielsweise ein Kohlekraftwerk in Spanien mehr läuft und ein neues Projekt „Strom aus einem Solarkraftwerk“ sich nicht rechnet.

Die Zusammenhänge werden auch deutlich in der folgenden Grafik.

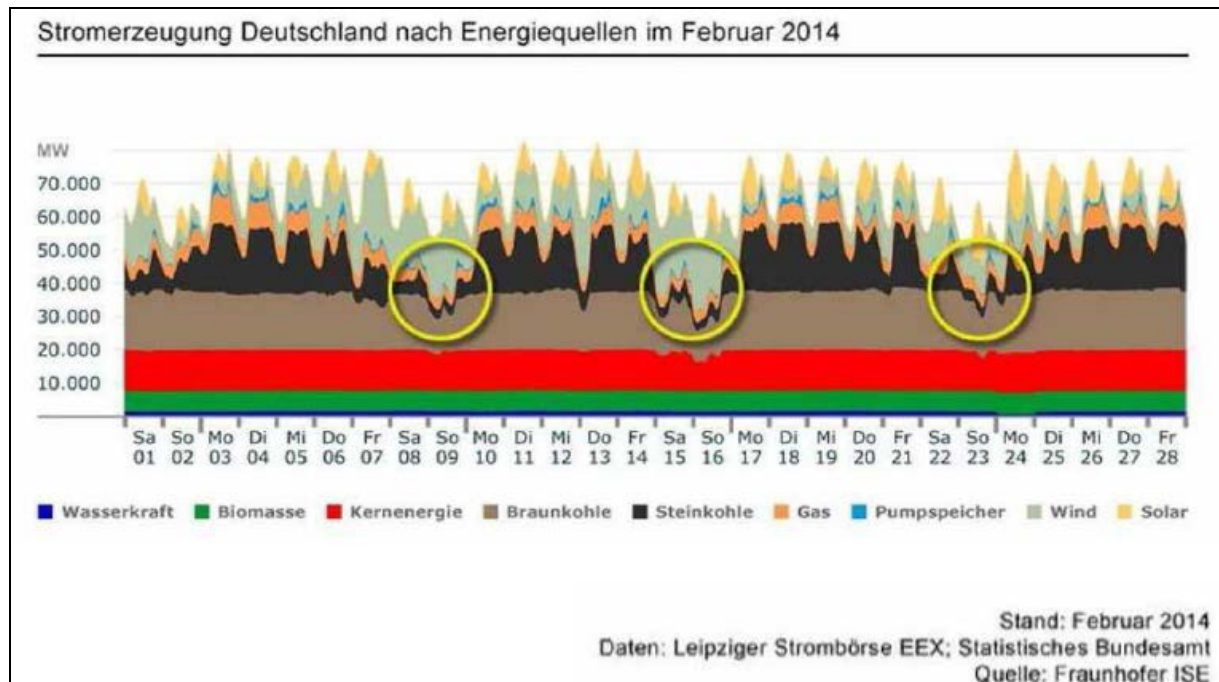


Bild 9: Auswirkungen Wind und Photovoltaik auf den Kraftwerkseinsatz

weitere Quellen: siehe auch www.pv-fakten.de und BWK 66 (2014)Nr. 1/2

In Bild 9 ist dargestellt, welche elektrische Leistung in Deutschland im Februar 2014 gebraucht, wieviel Strom also verbraucht wurde. An der obersten Linie erkennt man die Schwankungen, wie sie sich im Tagesablauf ergeben. Nachts verbrauchen Haushalte und Industrie weniger Strom, die Kurve geht nach unten. Ab morgens ca. 6:00 Uhr steigt der Verbrauch kontinuierlich an, abends sinkt er wieder ab. Wir erkennen die Werkstage mit hoher Leistung um die 70.000 bis 80.000 Megawatt (MW) und die Wochenenden mit der Spitze unter 70.000 MW.

Da man Strom nicht speichern kann, muss immer genau soviel erzeugt werden, wie verbraucht wird. Wo der Strom herkommt, zeigen die verschiedenen Farben. Die untere blaue Linie ist die Wasserkraft aus Laufwasserkraftwerken (Flüssen). Darüber der Strom aus Biomasseanlagen, die bevorzugt einspeisen dürfen. Darüber in rot der Strom aus Kernkraftwerken, darüber in braun die Braunkohlekraftwerke. Strom aus Steinkohlekraftwerken ist schwarz dargestellt, darüber Strom aus Gaskraftwerken in orange. Um Lastspitzen abzudecken, sind auch Pumpspeicherkraftwerke einzusetzen. Diese sind im hellen blau dargestellt. Darüber in grün-grau der Strom aus Windkraftanlagen und ganz oben der Strom aus Photovoltaikanlagen (Solarstrom) in gelb.

Weht wenig Wind, wie beispielsweise am 03. und 04. Februar oder am 10., 17. und 26. Februar müssen viele Steinkohle- und Gaskraftwerke den Strom erzeugen, was an dem dicken schwarzen und dem orangefarbenen Bereich zu erkennen ist.

Weht der Wind stärker, wie z. B. an den Wochenenden 09. und 15./16. Februar, fahren zuerst die Gaskraftwerke zurück, die orangefarbene Linie wird dünner, aber auch die Steinkohlekraftwerke fahren zurück und erzeugen weniger Strom. Da immer noch zu viel Strom durch Wind- und Solaranlagen zur Verfügung steht, fahren auch die Braunkohlekraftwerke zurück und erzeugen weniger Strom. Sogar Kernkraftwerke müssen zurückfahren, siehe Einbruch in der roten Linie.

Dann lässt der Wind wieder nach und alle Kraftwerke fahren hoch, deutlich zu sehen von Sonntag, 16. Februar auf Montag, 17. Februar. Dieses Wechselspiel findet ständig statt.

Auf den ersten Blick könnte man meinen, das Zurückfahren der Kraftwerke hat ja Brennstoff gespart und damit CO₂. Ja, Brennstoff wurde gespart (Dass die Kraftwerke in Teillast einen schlechteren Wirkungsgrad haben, lassen wir hier unberücksichtigt). Damit wurde von diesen Kraftwerken weniger CO₂ ausgestoßen. Für diese Menge CO₂ müssen die Kraftwerke weniger CO₂-Zertifikate auf dem Markt nachfragen. Da die Menge an CO₂-Zertifikaten EU-weit festgelegt ist, können diese nicht nachgefragten Zertifikate von anderen Industrien in Deutschland oder in anderen EU-Ländern gekauft werden. Dort muss dann kein CO₂ eingespart werden. Wie wir weiter vorne schon erkannt haben, kann ein Kohlekraftwerk in Spanien dadurch billiger eingesetzt werden, die Investition in ein Solarkraftwerk rechnet sich nicht mehr. Wollen wir das wirklich?

So tragen die Windkraft- und Solaranlagen mit dazu bei, dass der Preis für CO₂-Zertifikate kontinuierlich sinkt (Bild 10). Der Einsatz neuer Techniken um CO₂ einzusparen, rechnet sich nicht mehr. CO₂ wird nicht gespart, sondern verlagert, von Erdgas auf Kohle, von Stromerzeugern auf andere Industrien, von Deutschland auf andere europäische Länder.

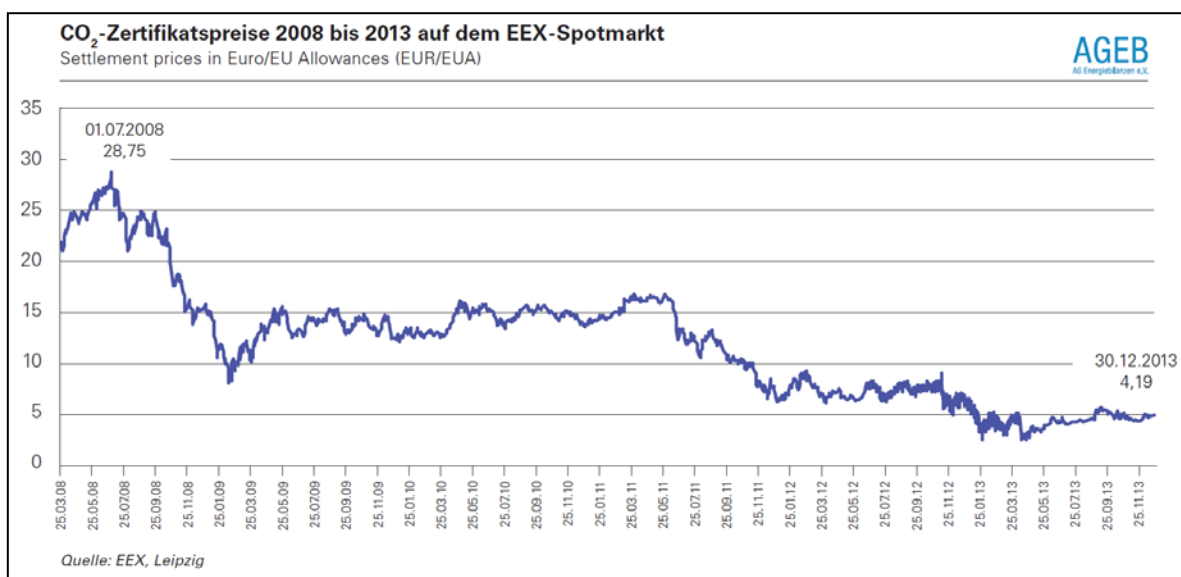


Bild 10: Windkraft und Photovoltaik tragen mit dazu bei, dass der Preis für CO₂-Zertifikate kontinuierlich fällt

Wir erkennen, **dass die Einspeisung von Strom aus Windkraft- und Solaranlagen nur zu einer Verlagerung der CO₂-Emissionen führt. CO₂ wird durch Windkraft- und Solaranlagen nicht eingespart.**

5 Ersatz eines Kohle-Kraftwerks

Wie wir in Kapitel 4 gesehen haben, sparen Wind- und Solaranlagen kein CO₂ ein, sie verlagern nur den Ausstoß. Nun steht noch die Frage aus: Kann man CO₂ einsparen, wenn ein altes Kohlekraftwerk durch neue, moderne Blockheizkraftwerke (BHKW) ersetzt wird?

Ein altes Kohlekraftwerk, es kann auch ein Heizkraftwerk sein, verbraucht Steinkohle und erzeugt Strom. Ist es ein Heizkraftwerk, erzeugt es auch Fernwärme. Für den ganzen Prozess emittiert es im Jahr 1.000.000 Tonnen CO₂ (eine Million Tonnen CO₂).

Wird dieses Kohlkraftwerk stillgelegt, kauft es keine CO₂-Zertifikate auf dem EU-Markt ein. Die Zertifikate können von anderen Industriezweigen oder von anderen Ländern in der EU aufgekauft werden. Die EU-weit festgelegte Menge an CO₂ bleibt konstant.

Nun werden als Ersatz für das Steinkohle-Kraftwerk neue, moderne Blockheizkraftwerke (BHKW) gebaut, etwa 200 Stück. Da die BHKW mit Erdgas betrieben werden und sicher auch einen besseren Wärmenutzungsgrad aufweisen, haben sie geringere Emissionen als das alte Steinkohle-Kraftwerk, in unserem Beispiel 300.000 Tonnen (0,3 Millionen Tonnen) CO₂. Diese BHKW unterliegen nicht dem Treibhausgas-Emissions-Handelsgesetz (TEHG).

Für diese BHKW müssen keine CO₂-Zertifikate gekauft werden, die Emissionen fallen aber trotzdem an.

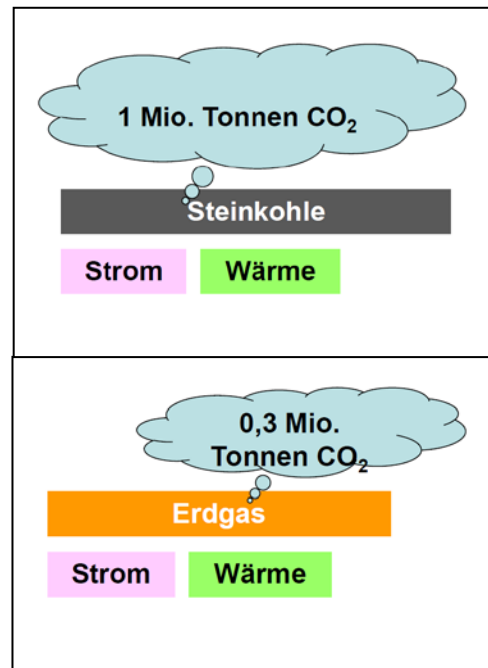


Bild 11: Steinkohle im Vergleich zu BHKW

Da die Emissionen vom alten Steinkohle-Kraftwerk von anderen Marktteilnehmern verwendet werden, also trotzdem in die Atmosphäre gehen, die Emissionen der BHKW aber auch in die Atmosphäre entlassen werden, steigt insgesamt die CO₂-Emission in Europa. Dies ist ein Effekt, den der normale Bürger nicht erwartet, es ist aber so.

Zusammenfassend kann man also sagen:

Wird ein Kohlekraftwerk durch kleine BHKW ersetzt, steigt der Gesamt-CO₂-Ausstoß.

6 Zusammenspiel

Nun ist es mit der Energiewende wie bei einer guten Fußballmannschaft. Ein Stürmer allein vor dem Tor kann vielleicht ein Abseitstor erzielen, hilfreich ist dies aber nicht. Auch bei der Energiewende muss die Mannschaft gut aufgestellt werden (Bild 12).

Wir brauchen ein gutes Zusammenspiel aller Elemente der Energiewende. Dazu gehört als erstes die Energieeinsparung. Insbesondere in der Gebäudeheizung und im Verkehr kann direkt CO₂ eingespart werden.

Darüber hinaus brauchen wir genügend Strom-Speicher und die zugehörigen Leitungen. Auch andere Elemente, wie Wärmepumpen, intelligenter Haushalt, Elektromobilität und Methanisierung (Power to Gas) können in der Zukunft noch dazu kommen. Alleine mit Windkraft und Photovoltaikanlagen wird die Energiewende nicht erfolgreich sein und ins Finale kommen. Windkraft und Photovoltaikanlagen allein leisten keinen Beitrag zum Klimaschutz und zur CO₂-Einsparung.

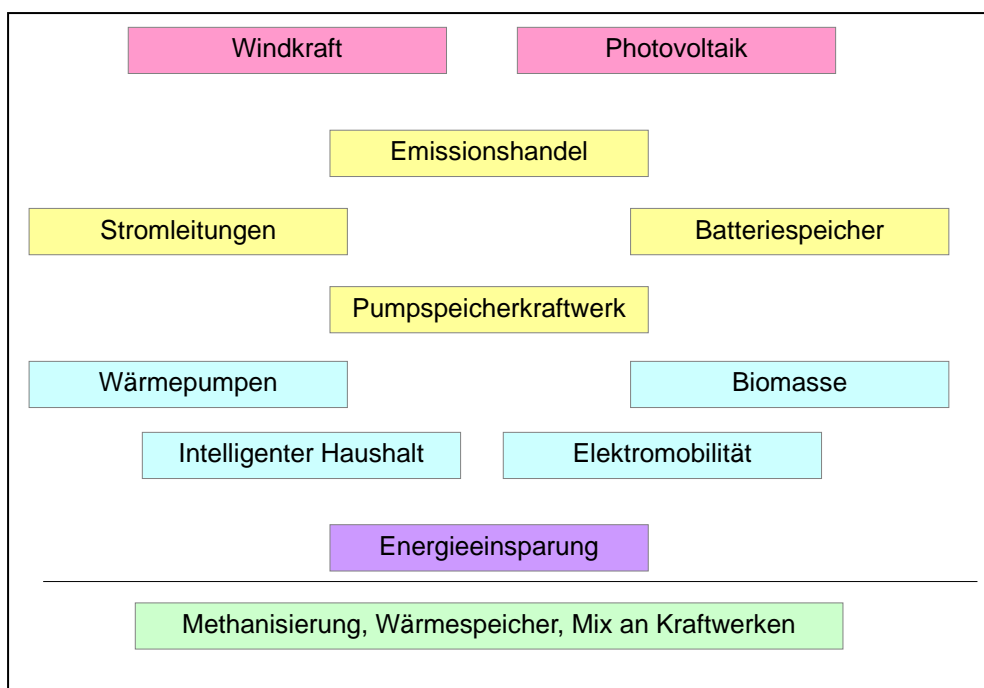


Bild 12: Zusammenspiel der Elemente der Energiewende

Auf die negativen Folgen der Windkraft, wie Schallemission und optische Bedrängnis, wird in diesem Beitrag nicht weiter eingegangen. Aber auch diese Aspekte sind zu betrachten (siehe dazu Kap 9 Literaturhinweise) [17-20].

Erwähnt werden soll nur die 10-H-Regelung.

Der Mindestabstand zu Wohnhäusern muss größer als die 10-fache Höhe der Windkraftanlage sein.

Eine Regelung, die zwar gesundheitliche Gefahren nicht gänzlich ausschließt, die aber die Akzeptanz von Windkraftanlagen steigern könnte.

Ich denke, auch bei der Energiewende ist es so wie im täglichen Leben:

**Alles in Maßen ist gut,
Windkraft in Massen schadet.**

Ich bedanke mich bei den Zuhörern, die durch kritische Fragen dazu beigetragen haben, dieses Thema zu vertiefen.

7 Anhang Backloading

Das europäische Emissionshandelssystem

Die Europäische Kommission hat eine EU-weite Gesamtobergrenze für CO₂-Emissionen festgelegt.

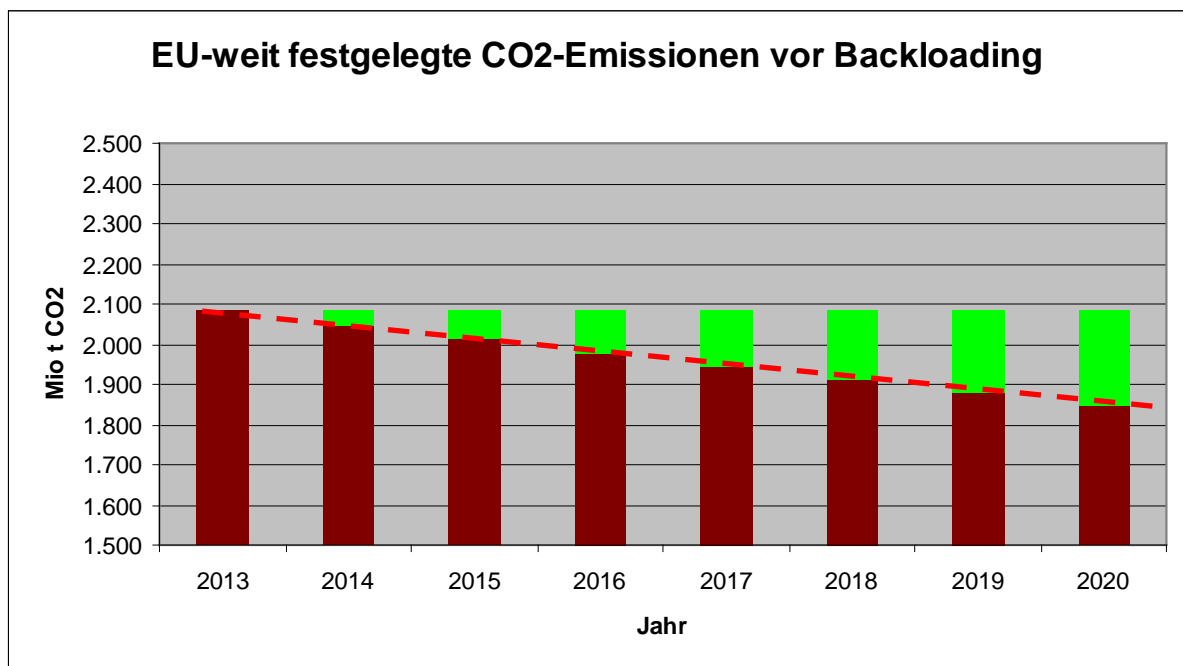
Diese beträgt im Jahr 2013



2.084.301.856 t CO₂.

Die Menge wird jährlich, beginnend mit 2014, um 1,74 Prozent gesenkt.


Diese Obergrenze ist in den EU-Regularien festgelegt und damit Gesetz.

http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm



 CO₂-Einsparung
 CO₂-Emissionen

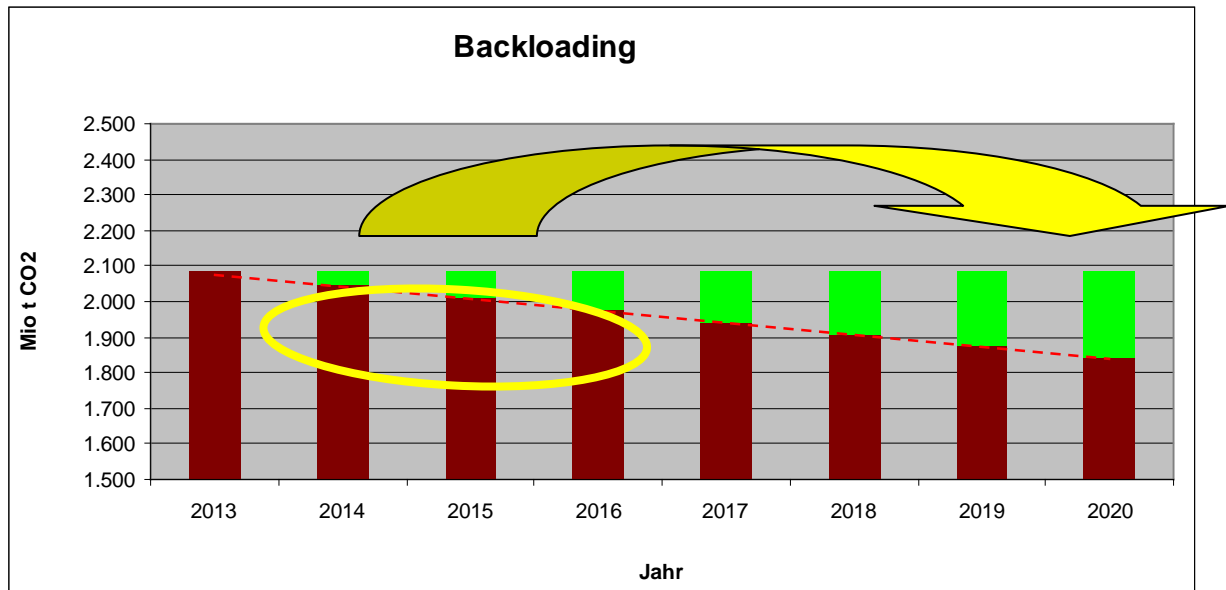
Da in den vergangenen Jahren bereits CO₂ eingespart wurde, werden auf dem Markt weniger Zertifikate nachgefragt. Es sind auf dem Markt ausreichend CO₂-Zertifikate verfügbar. Der Preis sackte daher in den letzten Jahren von über 20 auf unter 5 Euro pro Tonne ab (siehe Bild 10).

Auf EU-Ebene hatte man sich daher Anfang 2013/2014 geeinigt, in den Jahren 2014 bis 2016 eine Menge von 900 Mio. Zertifikaten vom Markt zu nehmen und diese in den Jahren 2019 und 2020 wieder dem Markt zur Verfügung zu stellen (= Backloading). Im nachfolgenden Bild gelb  eingekreist. Man hatte sich erhofft, dass dadurch der Preis für die CO₂-Zertifikate steigt. Er blieb aber bis heute bei etwa 5 Euro je Tonne CO₂.

Backloading von 900 Mio. Zertifikaten

von 2014 bis 2016

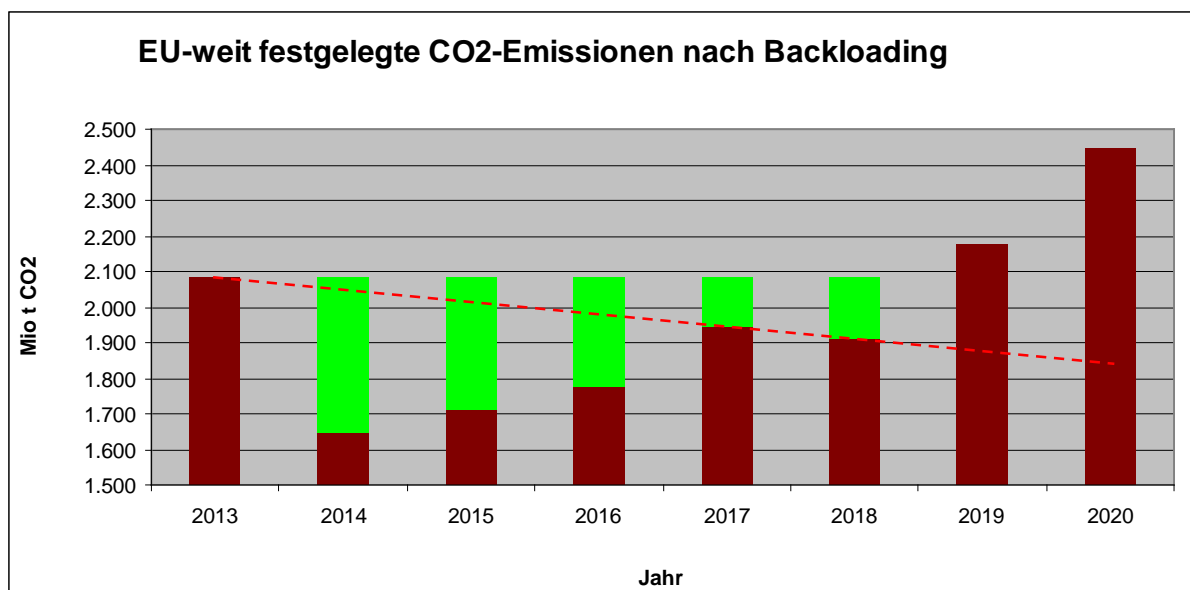
auf 2019 und 2020



Dadurch ergibt sich eine neue jährliche Verteilung (siehe nachfolgendes Bild).

In den Jahren 2014, 2015 und 2016 wird eine größere Menge CO₂ eingespart, in den Jahren 2019 und 2020 darf dafür wieder mehr emittiert werden. Die Gesamtmenge CO₂ von 2013 bis 2020 bleibt jedoch konstant, da dies in den EU-Regularien festgeschrieben ist.

In den Jahren 2019 und 2020 werden somit mehr CO₂-Emissionen erlaubt als im Startjahr der Handelsperiode 2013.

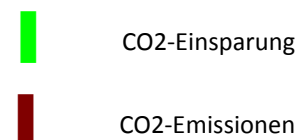
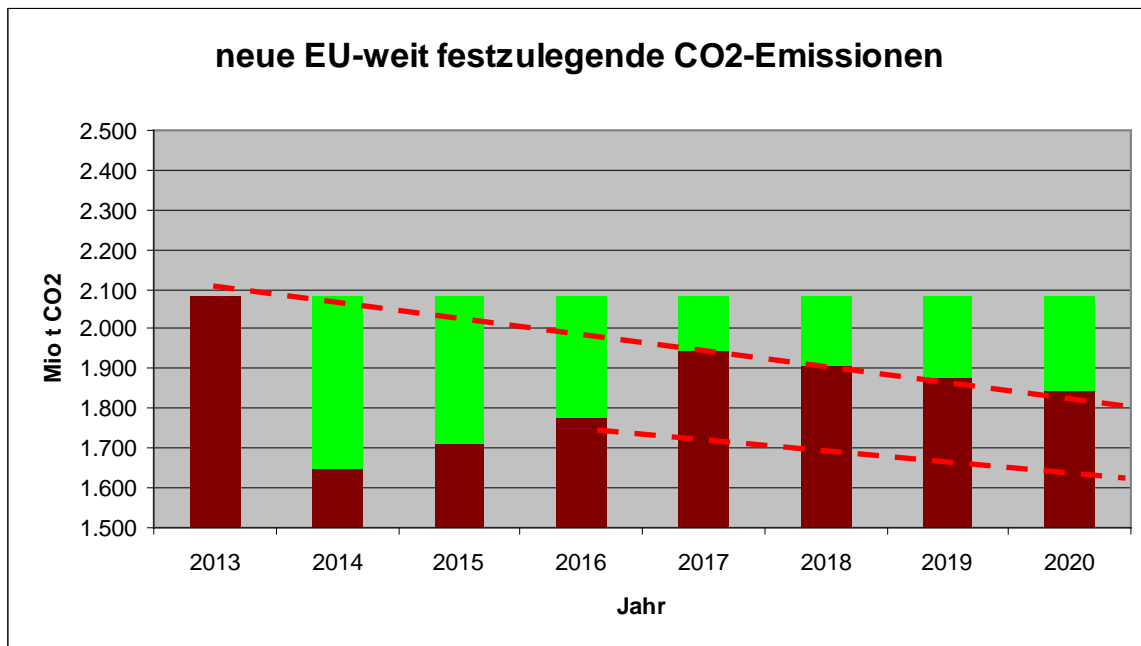


Um eine weitere CO₂-Einsparung zu erreichen, müsste der Anstieg in den Jahren 2019 und 2020 wieder abgeschnitten werden. Die 900 Mio. Zertifikate müssten dauerhaft vom Markt genommen (= Shortening) oder in eine sogenannte Marktstabilitätsreserve verschoben werden.

Für die Jahre 2019 und 2020 könnten dann wieder die Werte wie vor dem Backloading erreicht werden.

Auch eine weitere Kürzung (= Verschiebung der Obergrenze nach unten) ist denkbar.

Die politische Arbeit sollte auf diesen Sachzusammenhang konzentriert werden, damit wir in Europa zusätzlich CO₂ einsparen können.



Durch das europäische Emissionshandelssystem wird CO₂ eingespart (grüne Balken). Würde man die Obergrenze weiter nach unten verschieben, könnte in Europa eine zusätzliche CO₂-Mengen eingespart werden. Mit dem Instrument „Emissionshandel“ rücken dann die wirkungsvollsten Maßnahmen in den Vordergrund, um die neuen Ziele zu verwirklichen.

Der Ausbau der regenerativen Energien führt lediglich zu einer Verschiebung der CO₂-Emissionen innerhalb Europas, nicht zu einer Einsparung.

8 Abkürzungsverzeichnis

BHKW	Blockheizkraftwerk, erzeugt gleichzeitig Wärme und Strom (Kraftstrom)
CO ₂	Kohlendioxid
DEHSt	Deutsche Emissionshandelsstelle
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
ETS	Emission Trading System, Emissionshandelssystem
kW	Kilowatt, physikalische Einheit für Leistung
MW	Megawatt = 1.000 Kilowatt, physikalische Einheit für Leistung
GW	Gigawatt, = 1.000.000 Kilowatt, physikalische Einheit für Leistung
TW	Terawatt, = 1 Milliarde Kilowatt, physikalische Einheit für Leistung
kWh	Kilowattstunde, physikalische Einheit für Energie, Arbeit, Wärme
MWh	Megawattstunde = 1.000 Kilowattstunde, physikalische Einheit für Energie, Arbeit, Wärme
GWh	Gigawattstunde, =1.000.000 Kilowattstunde, physikalische Einheit für Energie, Arbeit, Wärme
TWh	Terawattstunde, = 1 Milliarde Kilowattstunde, physikalische Einheit für Energie, Arbeit, Wärme
UBA	Umweltbundesamt

9 Literaturhinweise

Für den interessierten Leser einige Literaturhinweise und Verweise im Internet.

- [1] Hans-Werner Sinn; Das grüne Paradoxon, Econ Verlag Berlin
- [2] Umweltbundesamt (UBA), VET-Bericht 2013
- [3] Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2012 and inventory report 2014, Submission to the UNFCCC Secretariat
http://ec.europa.eu/clima/policies/g-gas/monitoring/documentation_en.htm
- [4] Info zu Marktstabilitätsreserve (MSR)
<http://www.eu-infothek.com/article/die-marktstabilitaetsreserve-mechanismus-soll-co2-handel-aufpaepeln>
und
<http://www.bmub.bund.de/presse/pressemitteilungen/pm/artikel/hendricks-deutschland-dringt-in-bruessel-auf-schaerfere-reform-des-emissionshandels/>
- [5] EEG, Jahresgutachten 2014 der Expertenkommission Forschung und Innovation; übergeben an die deutsche Bundesregierung am 26. Februar 2014
<http://www.e-fi.de/gutachten.html>

- [6] weitere Infos und Vorträge zu Energiewende unter
<http://mediathek.cesifo-group.de> und
<http://mediathek.cesifo-group.de/iptv/player/macros/cesifo/mediathek>
- [7] Lastgangkurven
www.pv-fakten.de und BWK 66 (2014)Nr. 1/2
- [8] Ernst Welfonder; Opportunities for dual energy supply after 2020 even during calm wind conditions and minimal solar radiation; VGB PowerTech 4/2014, S.36-44
- [9] Ralf Gilgen; Wege eines Stromerzeugers im Umgang mit der Energiewende; VGB PowerTech 1 / 2, 2014 S.38-41
- [10] Karl Linnenfeller und Rolf Schuster;
 Kontrolle des energiewirtschaftlichen Nutzens der Solar- und Windenergie zur Versorgung Deutschlands mit elektrischer Energie am Beispiel Juli 2013, (im August 2013)
- [11] Karl Linnenfeller; Lastganglinien als Erfolgskontrolle der Energiewende mit Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen; BWK Bd.66 (2014) Nr1/2
- [12] Bundesnetzagentur; Bundeskartellamt; Monitoringbericht 2013
 Monitoringbericht gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V. m. § 53 Abs. 3 GWB Stand: Dezember 2013
- [13] Deutscher Bundestag, Drucksache 18/798, Daten zur Abregelung; 13.03.2014;
- [14] Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Fragen und Antworten zu Abregelung und Entschädigungsansprüchen von Strom aus Erneuerbaren Energien in den Jahren 2012 und 2011 in Schleswig-Holstein; 13.06.2013;
- [15] European Commission; The EU Emissions Trading System (EU ETS), ISBN 978-92-79-32962-3; Oktober 2013
- [16] Kaup; Kampeis; Studie zur Entwicklung des Energiebedarfs zentraler Raumluftechnischer Anlagen in Nicht-Wohngebäuden in Deutschland; Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld, 15.06.2014
- [17] Ärzteforum Emissionsschutz Unabhängiger Arbeitskreis Erneuerbare Energien - Bad Orb
 Gefährdung der Gesundheit durch Windkraftanlagen (WKA), Okt. 2013
- [18] Detlef Krahe, Dirk Schreckenberger, Fabian Ebner, Christian Eulitz, Ulrich Möhler;
 Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall, Entwicklung von Untersuchungsdesigns für die Ermittlung der Auswirkungen von Infraschall auf den Menschen durch unterschiedliche Quellen, UBA Texte 40/2014,
<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/machbarkeitsstudie-zu-wirkungen-von-infraschall>
- [19] Vorträge zu Schallemissionen von Windkraftanlagen
 Dr. med Johannes Mayer <https://www.youtube.com/watch?v=V5ZkfXbXmzo>
 Dr. Holger Repp <https://www.youtube.com/watch?v=YsqeM0913Ws>
- [20] weitere Infos auch unter
<http://www.vernunfkraft.de/>