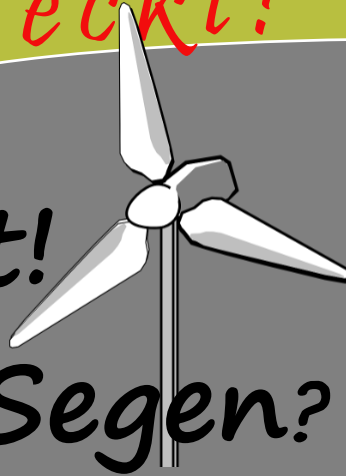


*Aufgedeckt!*

# Windkraft! Fluch oder Segen?



- Gute CO<sub>2</sub> Bilanz, jedoch
- Verbreitung von Umweltgiften
  - Landschaftsveränderung
  - Unzuverlässige Versorgung
  - Teure Strompreise durch Subventionen uvm.

## 1. Die CO<sub>2</sub> Bilanz

Windkraftanlagen (WKA) gelten als umweltfreundliche Energiequellen mit niedrigem CO<sub>2</sub> Ausstoß, doch ihre CO<sub>2</sub>-Bilanz muss ganzheitlich betrachtet werden. Dieser Kapitel analysiert die CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Phasen der Ressourcen-Beschaffung, des Aufbaus, des Betriebs sowie des Rückbaus. Zudem wird der Break-Even-Point untersucht, ab dem eine Windkraftanlage mehr CO<sub>2</sub> einspart, als sie in ihrer Lebenszeit verursacht.

### a) CO<sub>2</sub>-Bilanz bei der Ressourcen-Beschaffung

Die Produktion einer Windkraftanlage benötigt verschiedene Rohstoffe, deren Förderung (Mining) mit unterschiedlich hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden sind:



**Seltene Erden**  
(Neodym, Dysprosium) für Permanentmagnete in Generatoren, energieintensive Förderung & Aufbereitung

**Eisenproduktion**  
Für Turm & Stahlkomponenten; Emissionen durch Hochöfen & Erzgewinnung

**Kupferproduktion**  
Notwendig für elektrische Leitungen und Wicklungen in Generatoren; energieintensive Schmelzprozesse.

**Betonherstellung für Fundamente**  
Zementproduktion ist CO<sub>2</sub>-intensiv (ca. 800 kg CO<sub>2</sub> pro Tonne Zement).

**Balsaholz für Flügelstrukturen**  
Hoher Bedarf führt zu ökologischen Problemen, wie Abholzung in Südamerika.

**Kunststoffe und Verbundstoffe**  
Verwendet für Rotorblätter; oft basierend auf erdölbasierten Kunststoffen.

**Uran als Abfallprodukt**  
Uran entsteht als Nebenprodukt beim Abbau von Seltenen Erden.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Materialbeschaffung liegen im Bereich von **500–1200 Tonnen CO<sub>2</sub>**.

## b) CO<sub>2</sub>-Bilanz für den Aufbau der Windkraft-Anlagen



Die CO<sub>2</sub>-Emissionen für den Aufbau liegen zwischen **100 und 500 Tonnen CO<sub>2</sub>** abhängig von Standort und Transportwegen.

**Bauarbeiten vor Ort**  
Fundamente setzen, Turm aufstellen, Rotorblätter montieren.

**Einsatz von schweren Maschinen**  
Hydraulikkranne, Betonmischer, Baumaschinen.

**Transport der Komponenten**  
LKW, Schiffe und Kräne  
verbrauchen fossile Brennstoffe.

## c) CO<sub>2</sub>-Bilanz während der Betriebszeit

Während der Betriebsdauer (20–25 Jahre) verursacht eine Windkraftanlage ebenfalls CO<sub>2</sub>-Emissionen:



Die CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Betriebszeit liegen bei **50-250 Tonnen** in 25 Jahren

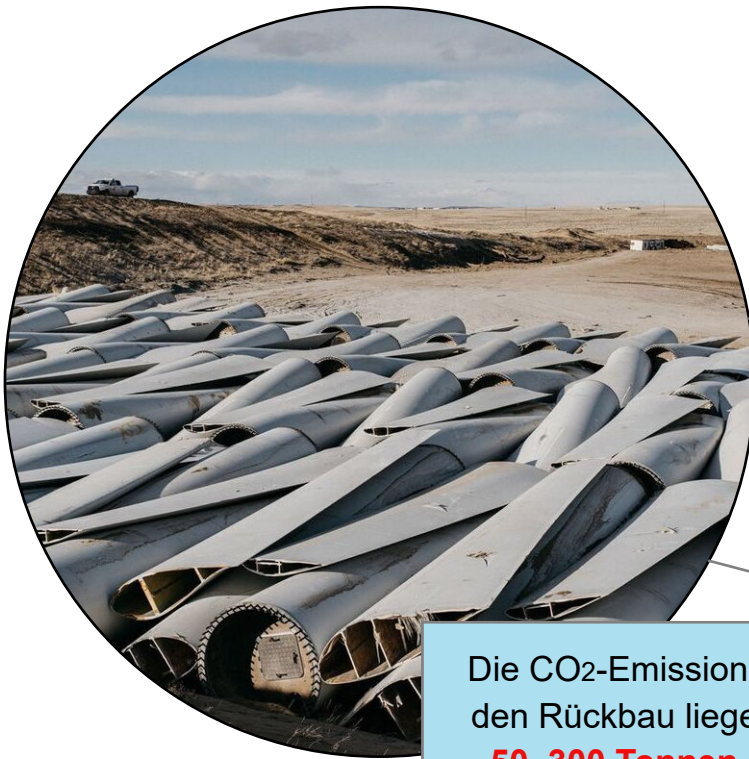
**Schmierstoffe**  
Regelmäßiger Austausch von Getriebeölen & Fetten.

**Wartung & Reparaturen:**  
Nutzung von Fahrzeugen & Maschinen für Inspektionen.

**Netzanbindung & Stromregelung**  
Energieverluste & Steuerungskosten.

## d) CO<sub>2</sub>-Bilanz für den Rückbau der Windkraft-Anlagen

Nach 20–30 Jahren erfolgt der Rückbau der Anlage



Die CO<sub>2</sub>-Emissionen für den Rückbau liegen bei **50–300 Tonnen CO<sub>2</sub>**

### Recycling

Stahl und Kupfer gut recycelbar, Rotorblätter hingegen problematisch (meist Deponierung, d.h. im Boden vergraben, oder Verbrennung).

### Betonfundamente

Aufwendige Entsorgung und Recycling. Verbleiben oft im Boden!

## Break-Even-Point & Normierung des CO<sub>2</sub>-Verbrauchs

**Windkraftanlage:** Eine moderne WKA erzeugt etwa 5–15 g CO<sub>2</sub> pro kWh. Der CO<sub>2</sub>-Break-Even-Point (BEP) wird je nach Größe und Standort meist nach 6 Monaten bis 2 Jahren Betriebszeit erreicht.

**Kraftwerke:** Ein modernes Gaskraftwerk (GuD) erzeugt etwa 300 – 400 g CO<sub>2</sub> pro kWh. Der CO<sub>2</sub>-Break-Even-Point wird je nach Größe und Standort meist nach 6 bis 12 Monaten Betriebszeit erreicht.

## Fazit

Windkraftanlagen haben eine anfänglich hohe CO<sub>2</sub>-Belastung durch Materialgewinnung und Bau, sparen jedoch während ihrer Betriebszeit erhebliche Mengen an CO<sub>2</sub> ein. Die CO<sub>2</sub>-Kosten pro erzeugter Kilowattstunde sind deutlich niedriger als bei fossilen Energien, und der Break-Even-Point wird innerhalb weniger Jahre erreicht. Recycling und nachhaltige Materialwahl könnten die Bilanz weiter verbessern.

## 2. Leistungsdichte

**Windkraftanlagen:** Die durchschnittliche Leistungsdichte – also die tatsächlich gewonnene elektrische Leistung im Verhältnis zur dafür benötigten Fläche – ist relativ gering, da für den Betrieb der Anlagen große Abstände eingehalten werden müssen. Typischerweise liegt der Wert bei etwa **2–3 Watt pro Quadratmeter**, was umgerechnet in Megawatt einem Bereich von ca. **2–3 MW pro Quadratkilometer** entspricht.

### CO<sub>2</sub> Ausstoß WKA

< 15 g CO<sub>2</sub> / kWh  
< 2 Jahre BEP

### CO<sub>2</sub> Ausstoß Kraftwerk

< 400 g CO<sub>2</sub> / kWh  
< 1 Jahr BEP

### Leistungsdichte WKA

2 - 3 Watt / qm

**Kraftwerke:** Die Leistungsdichte eines Kraftwerks beschreibt das Verhältnis der installierten elektrischen Leistung zur dafür benötigten Anlagenfläche. Bei modernen Gaskraftwerken – insbesondere bei Gas- und Dampfkraftwerken (GuD-Anlagen) – ist die Leistungsdichte vergleichsweise hoch, da diese Anlagen auf relativ kompakten Industrieflächen errichtet werden. Konkrete Zahlen können je nach Anlagentyp, Bauweise und Standort variieren. Als grobe Orientierung lassen sich jedoch folgende Werte anführen:

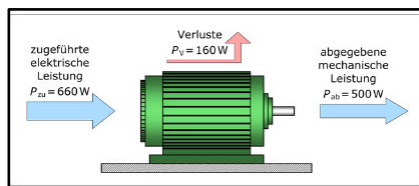
Typischerweise liegt der Wert bei etwa **5.000 bis 10.000 MW / Quadratkilometer**. Umgerechnet sind das etwa **5.000 Watt bis 10.000 Watt / Quadratmeter**

#### Leistungsdichte Kraftwerk

5000 - 10.000  
Watt / qm

### 3. Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad definiert das Verhältnis von abgegebener Energie zur zugeführten Energie.



**Windkraftanlagen:** Der Netto-Wirkungsgrad liegt bei ca. 30–45 %.

**Kraftwerke:** Bei GuD-Kraftwerken (Gas-und-Dampf-Kombikraftwerken)

liegt er bei 55–63 % (modernste Anlagen erreichen über 60 %).

Zusätzlicher Nutzen bei einer Gasturbine besteht durch Betreiben von nachgeschalteten Dampfturbine zur Abwärmenutzung.

#### Wirkungsgrad WKA

30 - 45 %

#### Wirkungsgrad Kraftwerk

55 - 63 %

### 4. Nutzungsgrad

Der Nutzungsgrad definiert die durchschnittliche Betriebsdauer. Jede Anlage hat Stillstandszeiten durch Wartungen, Fehler etc.

Windkraftanlagen sind stark vom Wetter abhängig, d.h. kein Wind, keine Betriebszeit.

**Windkraftanlagen:** Der Nutzungsgrad bei Onshore Anlagen liegt bei ca. 20–35 %, bei Offshore Anlagen bei 40 - 60 %.

**Kraftwerke:** Sie können kontinuierlich laufen und sind wetter-unabhängig. Bei GuD-Kraftwerken liegt er bei 85–95 %.

#### Nutzungsgrad WKA

20 - 60 %

#### Nutzungsgrad Kraftwerk

85 - 95 %

### 5. Umweltbelastung

Windkraftanlagen belasten die Umwelt in hohem Maße und benötigen angesichts der niedrigen Energiedichte sehr große Flächen. Diese Flächennutzung geht zu Lasten der Natur.

#### a) Flächenverbrauch & Landschaftsveränderung



**Onshore:** Große Windparks beanspruchen viel Fläche, auch wenn die direkte Bodenversiegelung gering ist. Besonders dramatisch ist dies, wenn dafür große Waldflächen

abgeholzt werden, da Bäume ja natürliche CO<sub>2</sub> Verbraucher und Sauerstoff - Produzenten sind. Ein Widerspruch zum gesetzten Ziel der CO<sub>2</sub> Reduzierung.

**Offshore:** Meeresökosysteme können durch Fundamente und Kabel beeinträchtigt werden.

## b) Eingriff in Ökosysteme & Artenschutz

**Vogelschlag:** Vögel und Fledermäuse kollidieren mit Rotorblättern, vor allem Greifvögel. In Deutschland sind geschätzt bis zu 250.000 Vögel betroffen. Besonders gefährdet davon sind Greifvögel (Mäusebussard, Rotmilan, Seeadler, Wanderfalke), Störche und Singvögel. Bei



Fledermäusen schätzt man die Anzahl auf bis zu 300.000 Tiere. Besonders wandernde Fledermäuse wie Großer Abendsegler, Rauhaufledermaus und Kleinabendsegler sind betroffen. (Jährliche Angaben)

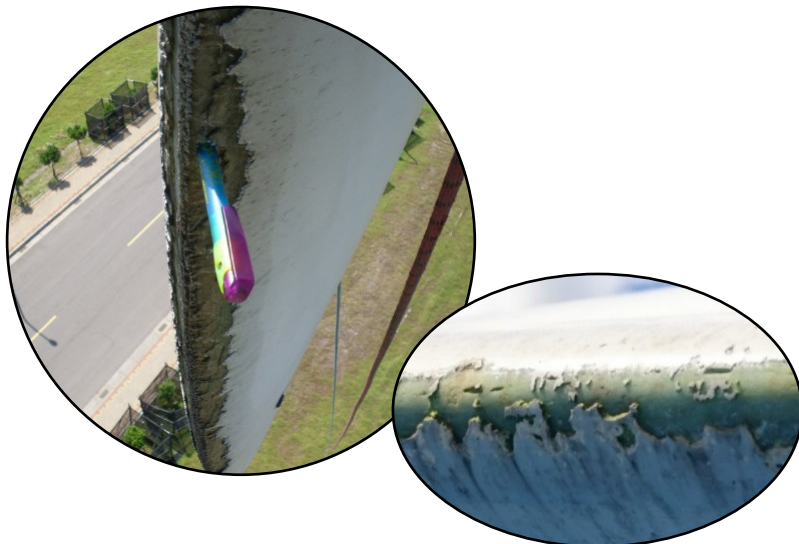
**Insekten:** Windkraftanlagen können auch Insekten gefährden! Studien schätzen, dass in Deutschland jährlich 5–6 Milliarden Insekten pro Tag an Windkraftanlagen kollidieren könnten (vor allem in warmen Sommermonaten). Besonders betroffen: Fluginsekten wie Schmetterlinge, Käfer & Bienen. Die Auswirkungen sind verringerte Bestäubung, Störung von Nahrungsketten.



**Störung von Wildtieren:** Geräusche und Bewegungen der Rotoren beeinflussen das Verhalten von Tieren. Lärmstress & Infraschall könnten Fluchtdistanzen vergrößern. Verändertes Wanderverhalten wurde in einigen Studien beobachtet, ist aber nicht eindeutig.

**Offshore-Effekte:** Lärm und Bauarbeiten stören Meeressäuger wie Schweinswale.

## 6. Umweltgifte durch Abrieb



**Erosion an der Vorderkante:** Windkraftanlagen tragen durch Erosion der Vorderkante von mikro- und nanoskaligen Partikeln in die Umwelt ein. Die Rotorblätter sind hohen aerodynamischen Belastungen und Umwelteinflüssen wie UV-Strahlung, Wind, Hagel, Eis, Starkregen, Temperatur-

**Vernichtung**  
250.000 Vögel

**Vernichtung**  
300.000 Fledermäuse

**Vernichtung**  
5-6 Milliarden Insekten

**Erosion Giftstoffe**  
30-150 Kg Abrieb je Windrad

wechsel, Blitzeinschlägen und großflächigen Insektenschlägen und -verklebungen an der Oberfläche ausgesetzt. Daher werden insbesondere bei neueren Windkraftanlagen wegen der höheren Windgeschwindigkeit infolge der Höhe der Anlagen und der hohen Umfangsgeschwindigkeiten an den Flügelspitzen (>300 km/h), Mikroplastikpartikel an den Flügeln erodiert.

Die Abtragsmenge beträgt je nach Standort und Leistung ca. 30-150 kg je Windrad und Jahr, bei küstennahen Lagen oder sehr hohen Windanlagen eher mehr.

Hierbei ist zu beachten, dass dieser Abrieb ausgerechnet in Gegenden stattfindet, die bisher nicht oder kaum durch industrielle Emissionen betroffen waren, also eine flächendeckende Kontamination bisher weitgehend unberührter Gebiete.

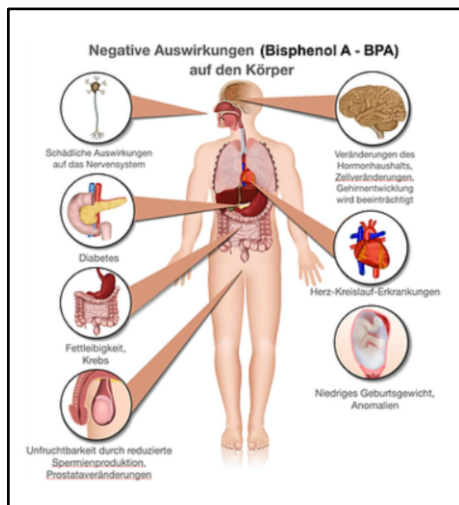
### Gifte - ein großes Problem für Betreiber von Windkraftanlagen.



Bisphenol A (BPA), das in Kunststoffen und Weichmachern verwendet wird, steht im starken Verdacht, unseren Hormonhaushalt zu stören und möglicherweise krebserregende Eigenschaften besitzt. Die Exposition gegenüber endokrin wirksamen Chemikalien wird mit rund 80

Krankheiten in Verbindung gebracht, darunter Hodenkrebs, Fettleibigkeit und Fortpflanzungsstörungen. Ungeborene und Kleinkinder sind besonders gefährdet, weil sich ihr Hormonsystem noch in der Entwicklung befindet. Bereits 2012 warnte die Welt-Gesundheits-Organisation (WHO) die Welt vor den möglichen krebserregenden Eigenschaften endokriner Disruptoren, wie z. B. in ihrem Bericht "Stand der Wissenschaft der endokrin wirksamen Chemikalien"; Er kam zu dem Schluss, dass diese Stoffe eine globale Bedrohung für die öffentliche Gesundheit darstellen.

Eine weitere Hauptquelle zur Besorgnis sind Partikel in Mikro- und Nanogröße, die durch Erosion aus Produkten auf Epoxidbasis in die Umwelt freigesetzt werden. Solche Partikel, die BPA-verwandte



Substanzen enthalten, schützen die darin enthaltenen Chemikalien und schützen sie vor Abbau, während sie in den Partikelmaterialien verbleiben, und werden wie ein Trojanisches Pferd durch Organismen in die Nahrungskette freigesetzt, wenn sie mit ihrem Verdauungssystem in Kontakt kommen. Es ist auch besorgniserregend, dass die Forschung zeigt, dass BPA Organismen generationsübergreifenden Schaden zufügt, wie eine kürzlich

durchgeführte Studie an Regenbogenforellen zeigt.

Ein weiterer Aspekt, der in der Regel wenig bekannt ist, sind die Emissionen von sogenannten Ewigkeitschemikalien, PFAS (Per- und Polyfluoralkylsubstanzen) die von Windkraft-Anlagen in die Umwelt entlassen werden. einer Greenpeace-Studie zufolge in angespültem

#### Erosion Giftstoffe

Bis zu 2,5 to Abrieb  
in 20 Jahren / Anlage

#### Erosion Giftstoffe

Bis zu 60 Tsd Tonnen Abrieb  
in 20 Jahren / BRD  
bei ca. 30.000 Anlagen

#### Gewichtsverlust

Bis zu 20 %  
während der Lebensdauer

#### Belastung unberührter Natur

#### Giftstoffe

Bisphenol A - Ursache von bis zu 80  
Krankheiten

#### Giftstoffe

Trojanische Pferde  
bis zur Nahrungskette

#### PFAS - Emission

Ewigkeitschemikalien

#### PFAS - Emission

Belastung bis zum Grundwasser

Meeresschaum an Stränden der deutschen Nord- und Ostseeküste. Experten der Umweltschutzorganisation nahmen im November und Januar nach eigenen Angaben Schaumproben an Stränden auf der ostfriesischen Insel Norderney, in Schleswig-Holstein auf der Insel Sylt und in Sankt Peter-Ording sowie in Boltenhagen und Kühlungsborn in Mecklenburg-Vorpommern. Alle Proben seien schon mit den Chemikalien belastet, teilte Greenpeace mit.

**PFAS - Emission**  
Im Schaum der Ostsee nachgewiesen

**„Ewige Chemikalien“ PFAS**  
Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFAS) sind eine Stoffgruppe mit schätzungsweise 10 000 verschiedenen Stoffen. PFAS sind langlebig und auf der ganzen Welt nachzuweisen

**PFAS nachgewiesen in ...**

beschichteten Pfannen, beschichteten Papierpackungen  
Kosmetika, wasserabweisenden Teppichen, Stoffen, Kleidung  
Lösch-Schaum, Pflanzenschutzmitteln, Arzneimitteln

**Effekte auf die menschliche Gesundheit**

Schilddrüsenerkrankung  
erhöhter Cholesterinspiegel  
Leberschaden  
Nierenkrebs  
Hodenkrebs  
Niedrigeres Geburtsgewicht  
Geringere Immunreaktion auf Impfstoffe  
Langzeitwirkung: Verspätete Pubertät

Quelle: European Environment Agency

PFAS sind eine große Gruppe von synthetischen Chemikalien, die weit verbreitet sind - unter anderem in der Umwelt, im Trinkwasser und in der Nahrung. Sie werden seit langem in vielen Industrien und in Haushaltsprodukten eingesetzt, aufgrund ihrer wasser- und fettabweisenden Eigenschaften sowie ihrer Stabilität. Sie enthalten jedoch starke chemische Bindungen und sind daher schwer abbaubar.

**Windkraft-Experte schlägt Alarm**  
Kontaminierung der Umgebung durch PFAS

Rotorblätter von Windkraftanlagen sind aus **hochtoxischem** Material.

Erheblicher Abrieb während des Betriebes:  
Bei einem Windrad mit 80m langen Rotorblättern (heutiger Standard) werden **pro Jahr bis zu 180 kg toxische Chemikalien** in die Umwelt abgegeben.

Pro Windrad ist das nach 25 Betriebsjahren ein Ausstoß von 2-3 Tonnen.

Freisetzung von PFAS, bekannt als **„Chemikalien der Ewigkeit“** mit erheblichen Schäden für die Umwelt

Erhöhtes Auftreten von **Organschäden, Fehlgeburten, Krebs** u.v.m.

**Verseuchung** von Äckern, Waldtieren, Wasser, Waldflächen

Insbesondere **landwirtschaftliche Flächen** sind langfristig für den Anbau von Nahrungsmitteln **nicht mehr nutzbar** – Landwirte werden damit quasi enteignet!

<https://www.bund.net/chemie/pfas/>

Menschen können PFAS vor allem über Nahrung und Trinken aufnehmen, denn

die Chemikalien gelangen in Böden, das Grundwasser, Futtermittel, Verpackungen oder ins Meer. PFAS stehen im Verdacht, krebserregend zu sein.

## 7. Gesundheitsschäden durch Infraschall

Windkraftanlagen erzeugen Infraschall. Dieser hat eine Frequenz von unter 20 Hertz, weshalb der Mensch ihn in der Regel nicht hören kann. Diese tieffrequenten Schwingungen entstehen auch durch natürliche



Quellen. Allerdings sind sie nicht vergleichbar mit denen einer großen Windkraftanlage, die sehr tiefe Infraschallanteile in einer pulsierenden und chronischen Einwirkung enthält.

Deswegen stellt der Infraschall durch Windkraftanlagen aus Sicht der Fachärztin Dr. med. Ursula Bellut-Staack eine besondere Gefahr für alle Organismen dar.

Die Wissenschaftsautorin mit den Schwerpunkten Mikrozirkulation und Stressmedizin hat kürzlich einen Beitrag in dem neuen Buch mit dem Titel „Medical Research and Its Applications Vol. 8“ (Medizinische Forschung und ihre Anwendungen) von Prof. Dr. Begum Rokeya von der Universität für Gesundheitswissenschaften in Bangladesch veröffentlicht. Darin geht sie der Vermutung nach, inwiefern chronische Infraschallbelastung zu weitreichenden Störungen der Gefäßregulation in allen Organismen führt.

Die Fachärztin beleuchtet in ihrer neusten Publikation die weitreichenden Folgen einer chronischen Infraschallbelastung auf die Gefäßregulation. Sie

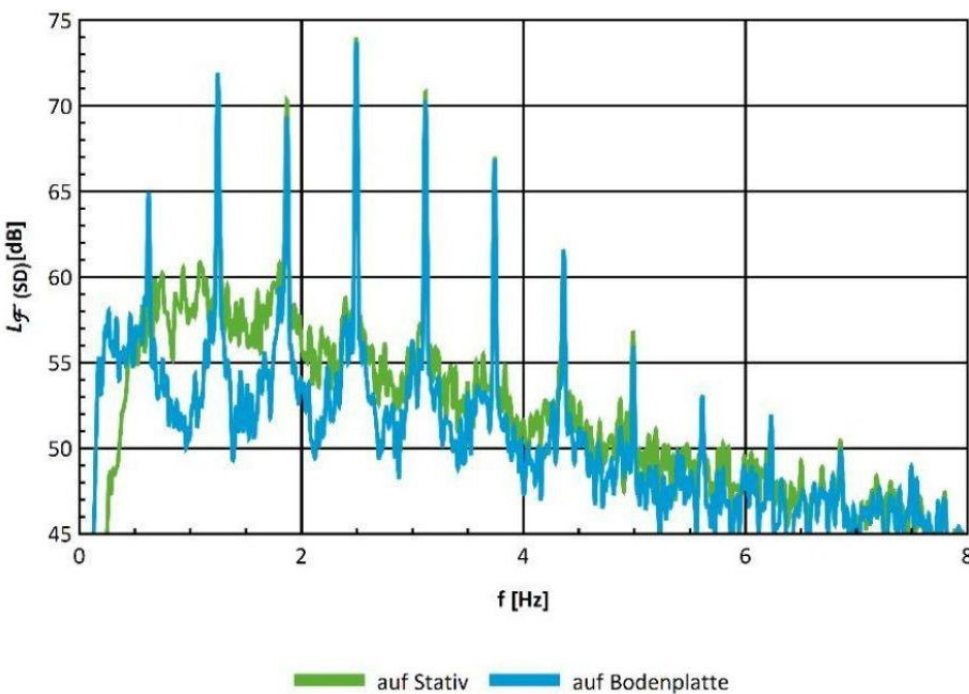
**Infraschall**  
Schädigt Gefäßregulation

betont, dass Infraschall den NO-Stoffwechsel (Stickstoffmonoxid) stört und sowohl oxidativen als auch oszillatorischen Stress verstärkt. Diese Effekte können die Entstehung von Arteriosklerose und Bluthochdruck fördern.

Besonders besorgniserregend ist ein Aspekt ihrer Forschung, der sich mit den Auswirkungen von Infraschall auf die Biodiversität beschäftigt. Dr. Bellut-Staeck warnt, dass die dauerhafte Belastung durch Infraschall nicht nur Menschen betrifft, sondern auch Tiere und Pflanzen schädigen kann. Dabei spielen die empfindlichen PIEZO-Kanäle, die mechanische Reize in elektrische Signale umwandeln, eine zentrale Rolle. Ihre Störung könnte schwerwiegende Folgen für das gesamte Ökosystem haben. Dr. Bellut-Staeck spricht sogar von einer möglichen „Gefährdung aller lebenden Organismen im Sinne einer Bedrohung der gesamten Biodiversität zu Lande und im Wasser“. Obwohl nun also wissenschaftliche Erkenntnisse vorliegen, ignorieren deutsche Behörden ihre Warnungen immer noch.

Andere Untersuchungen, z. Bsp. der Dr. Kühner GmbH im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA), haben folgendes ergeben:

Windräder erzeugen nicht von sich aus Töne, aber jedes Mal wenn ein Rotorblatt am Mast vorbeigeht, entsteht ein Druckunterschied. Dieser Druckimpuls hat steile Flanken und breitet sich als Infraschall aus. Die steilen Flanken des Druckimpuls haben zur Folge, dass auch sogenannte



Oberwellen entstehen. Die Untersuchungen haben ergeben, dass dieses "Klangspektrum" der Windkraftanlage auch in 1'000 Metern Entfernung noch messbar ist.

Die Frequenz der Windkraftanlage liegt bei etwa 0,7 Hz (erste blaue Spitze) mit deutlich erkennbaren Oberwellen. Die Messung fand an einem Wohnhaus in etwa einem Kilometer Entfernung statt. Sie wurde von der Dr. Kühner GmbH im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) durchgeführt. [Grafik: Dr. Till Kühner]

### Infraschall

gefährdet alle lebenden Organismen

### Druckimpuls

Rotorblätter erzeugen den sog. Druckimpuls, auch Infraschall genannt!

### Infraschall

Bis in 1000 m Entfernung wirksam

## 8. Das Müllproblem der Windkraft-Anlagen

Teile von Windkraftanlagen lassen sich recyceln, andere allerdings nicht. Sie verschwinden in einem „Massengrab“. Der Energie-Blog von RWE zitiert aus einem Informationsblatt des Verbandes BWE:

*“Schon heute werden Windkraftanlagen zu 80 bis 90 Prozent recycelt. Als größte Herausforderung gelten die Verbundstoffe – etwa die glasfaser- und kohlenstoffverstärkten Verbundstoffe, wenn es um eine Wiederverwertung im Sinne einer Kreislaufwirtschaft geht.“*



Beim BWE ist man jedoch kreativ. Es wird in erster Linie das Gewicht als Maß

genommen und da schneiden die leichten, aber großen Flügel natürlich hervorragend ab, stellen jedoch das größte Problem dar.

*“In heutigen Windenergieanlagen macht der Beton, der in Fundament und Turm verbaut ist, 60 bis 65 Prozent der Gesamtmasse aus. Ältere und kleinere Anlagen mit einem Stahlturm bestehen nur zu 20 bis 25 Prozent aus Beton, den höchsten Gewichtsanteil hat der Stahl mit 30 bis 35 Prozent. Außer dem Turm bestehen auch Nabe, Rotorwelle, Getriebe und Generator hauptsächlich aus Stahl. Andere Metalle – wie das Kupfer der Kabel, das Aluminium der Gondelverkleidung sowie Gold oder Platin in den Elektrobauteilen – machen zwar nur einen kleinen Teil des Gewichts aus, „sind aber im Recyclingprozess wegen ihrer hohen Rohstoffwertigkeit von Bedeutung“, heißt es. Hinzu komme in geringen Mengen PVC vor allem von der Ummantelung der Kabel sowie Betriebsflüssigkeiten, also vor allem Schmieröle und -fette. Die eher schwer zu recycelnden Rotorblätter machen nur etwa zwei bis drei Prozent des Gewichts einer Windenergieanlage aus.”*

Und weil “Verbrennen” so ein hässliches Wort ist, wird es umschrieben.

*“Die Herausforderungen liegen nach wie vor in der Wiederverwertung der Verbundstoffe, aus denen die Rotorblätter gefertigt sind. [...] Zu Granulat zerkleinert kann GFK in Kraftwerken verbrannt werden. Dabei werden die Kohlenwasserstoffe der Harze, die die Glasfasern zusammenhalten, thermisch verwertet. Übrig bleibt Glasasche, die dann in der Zementindustrie den zunehmend knappen Rohsand ersetzen kann.”*

Kein Wort darüber, das bei dieser CO<sub>2</sub> intensiven thermischen Verwertung teilweise keine Filter ins Spiel kommen, da diese vorwiegend in Zementöfen passiert.

### Rotorblätter

sind nicht zu recyceln!

### Beton-Fundamente

verbleiben im Erdreich

## 9. Auswirkungen auf Klima und Vegetation

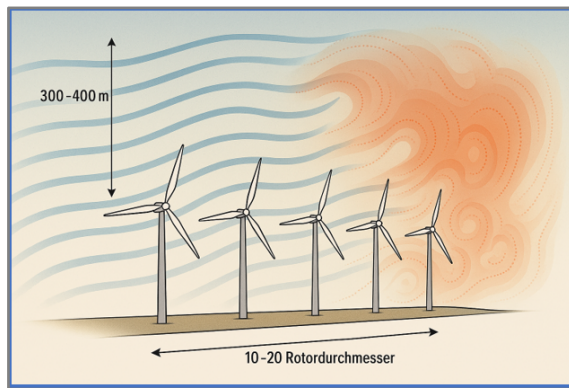
Laut Physikern der Harvard University erhöhen Windturbinen die Temperaturen, indem sie warme Luft aus höheren Schichten nach unten mischen. Es gibt mehrere wissenschaftliche Untersuchungen, die zeigen, dass Windkraftanlagen lokale klimatische Bedingungen beeinflussen können. Diese Effekte sind jedoch eher mikro-klimatisch als großräumig!

### Änderung der Temperatur in Bodennähe:

Studien haben gezeigt, dass Windparks die bodennahe Lufttemperatur leicht verändern können. Nachts können sie wärmere Luft aus höheren Schichten nach unten mischen, was zu einer leichten Erwärmung in Bodennähe führt. Tagsüber sind diese Effekte oft schwächer oder nicht vorhanden. Eine bekannte Studie von Zhou et al. (2012) beobachtete in Texas eine Erhöhung der nächtlichen Temperatur um bis zu 0,72 °C in Windparkgebieten.

### Beeinflussung der Luftströmung:

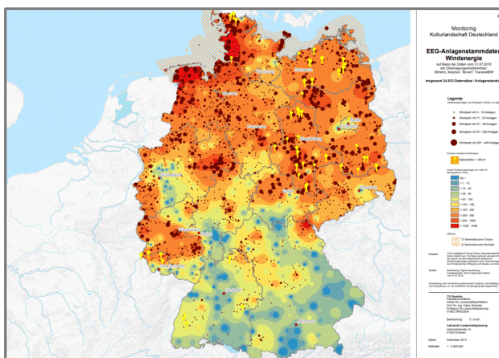
Windräder entziehen der Luft kinetische Energie und erzeugen Turbulenzen. Dies kann die Windgeschwindigkeit hinter den Anlagen reduzieren und lokale Windmuster verändern. Messungen zeigen, dass hinter einem



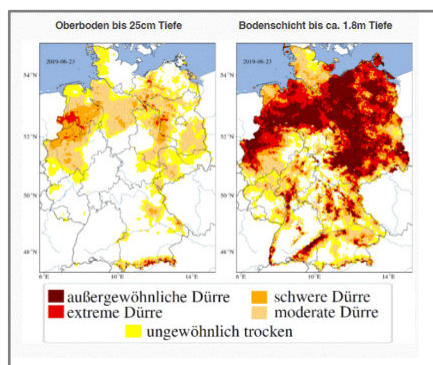
Windpark der Boden besonders trocken ist! Natürlich hat dieser Effekt auch Einfluss auf die Vegetation.

### Veränderung der Feuchtigkeitsverteilung:

Durch die Durchmischung der Luft kann es zu Veränderungen in der Feuchtigkeitsverteilung kommen, was Einfluss auf die Wolkenbildung und Niederschlagsmuster haben könnte.



WKA Standort-Atlas des Bundesamt für Naturschutz  
Es gilt: Je röter, um so mehr Windkraftanlagen.



Dürremonitor des Helmholtz - Institutes 2019

Im Vergleich der beiden Grafiken erkennt man deutlich die Austrocknung des Bodens in Nord-Deutschland, dem Gebiet mit den meisten Windrädern, insbesondere in der Tiefe bis zu 1,80 Metern.

„Ist es also ein Zufall, dass die Böden da am trockensten sind, wo die meisten Windkraftanlagen stehen?“

### Klimaveränderungen

Windkraftanlagen verändern das lokale Klima

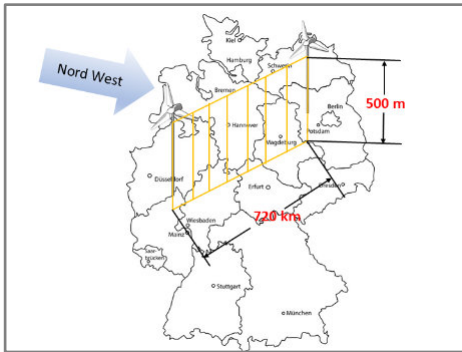
### Dürreeffekt

Windkraftanlagen trocknen die Böden aus

### Niederschlags-Veränderungen

Windkraftanlagen verändern das Niederschlagsmuster

Die vielen Windkraftanlagen in Nord-Deutschland wirken auf die vorherrschende Luftströmung aus Nord-West wie eine Barriere!



In Deutschland sind mittlerweile 1.600 Windkraftanlagen (WKA) auf See und 30.000 im Binnenland installiert mit einer Gesamtleistung von 64 Gigawatt entsprechend 64 konventionellen Kraftwerken mit einer typischen Leistung von 1.000 Megawatt. Eine größere Zahl von Windrädern gibt es nur noch in China und den USA. Bei einer typischen Blattlänge der Rotoren

von 62 Metern ergibt sich eine Kreisfläche von 12.000 Quadratmetern je WKA und von 360 Quadrat-Kilometern bezogen auf 30.000 Anlagen. „Eine Wand dieses Ausmaßes quer durch Deutschland, mit 720 Kilometern Länge... würde einen halben Kilometer hoch reichen.“

Diese Rechnung von Michael W. Alberts zeigt anschaulich das Potenzial für eine (Wind-)Klimawirksamkeit der installierten Windräder.

### **Einfluss auf Vegetation:**

Eine chinesische Studie hat von 2000 bis 2022 an 2404 Windparks mit 108.361 Windkraftanlagen und 7.904.352 PBP-Beobachtungen (PBP=Pflanzenbiomasseproduktion) festgestellt:

Innerhalb eines Puffers von 1–10 km sinken die normalisierten Differentialvegetationsindizes um ca. **53 %** (0,0097 auf 0,0045) und erweiterten Vegetationsindizes um ca. **63 %** (0,0075 auf 0,0028). Ebenso sinken die absorbierte photosynthetisch aktive Strahlung und die Bruttopräprimärproduktivität um ca. **64 %** (0,0094 auf 0,003) innerhalb eines **1–7 km großen Puffers**. Die Nebenwirkungen halten über drei Jahre an, verstärken sich im Sommer und Herbst und sind in tieferen Lagen und in Ebenen stärker ausgeprägt. Die Kohlenstoffsinken im Wald nehmen im Umkreis von 0–20 km um 12.034 Tonnen ab, was zu einem durchschnittlichen wirtschaftlichen Verlust von **\$1,81 Millionen** pro Windpark führt.

## **9. Kosten und Wirtschaftlichkeit**

### **Herstell- und Betreiberkosten**

Die Kosten einer modernen Windkraftanlage mit durchschnittlich 4,5 MW Nennleistung setzen sich wie folgt zusammen:

Herstellkosten pro MW in Millionen Euro	1,5	6.750.000,00 €
Wartungskosten / Jahr 2-3 % / 25 J	2,5 %	4.218.750,00 €
Rückbaukosten 5 - 10%	7,5 %	506.250,00 €
<b>Summe</b>		<b>11.475.000,00 €</b>
Theoretische Auslastung in Stunden		8760
Real. Auslastung bei 28%		2452
Stromproduktion über Laufzeit	25 J	<b>275.940.000 kWh</b>
<b>Kosten / kWh</b>		<b>0,04 €</b>

### **Windverhältnisse**

Windparks verändern die Luftströmungen in Deutschland!

### **Vegetations-Veränderungen**

Windparks reduzieren die Vegetation

### **Auslastung**

Reale Auslastung einer WKA nur bei ca. 28%

Der Blog „Klimanachrichten“ (ursprünglich „kaltesonne“ von Prof. Varenholt) schreibt zu den Kosten, die auch vom Fraunhofer Institut ähnlich angegeben werden:

*Wie hoch liegen die Kosten für Atom- und Windkraft?*

*Eine aktuelle Studie des Fraunhofer Instituts für Solarenergie in Freiburg zeigt, dass bei Windenergie die Erzeugung 4,3 bis 9,2 Cent je Kilowattstunde (Cent/kWh) kostet. [...] Diese sogenannten Stromgestehungskosten der Erneuerbaren Energien wie Windkraft sind ohne Subventionen gerechnet, wie das Fraunhofer Institut auf Nachfrage der Redaktion bestätigte. Es wird bei den Berechnungen nur die Kostenseite des Kraftwerks betrachtet. [...] (Quelle: „Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien / Juli 2024“, [ise.fraunhofer.de](http://ise.fraunhofer.de) 06.08.24)*

## Subventionen

Die staatlichen Subventionen für eine Windkraftanlage mit 4,5 MW Nennleistung hängen von verschiedenen Faktoren ab, darunter das Vergütungssystem, der Standort und Förderprogramme. In Deutschland werden Windkraftanlagen hauptsächlich über das **Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)** gefördert.

### 1. Vergütung nach EEG (2024) für Onshore-Windkraft

Die aktuelle Einspeisevergütung liegt bei **5,8–7,35 Cent/kWh** für neue Onshore-Windanlagen.

Bei einer typischen Jahresstromproduktion von **10.000–13.000 MWh** für eine 4,5-MW-Anlage bedeutet das Einnahmen von **ca. 600.000–900.000 € pro Jahr** aus EEG-Vergütung.

Die Förderung läuft über **20 Jahre**, was Gesamterlöse von **12–18 Millionen €** bedeuten kann.

### 2. Investitionsförderung & Zuschüsse

Neben der EEG-Vergütung gibt es gelegentlich **regionale oder EU-Förderungen**, die z. B. für Netzanschluss oder Placierungskosten gewährt werden. Diese sind projektabhängig und variieren stark.

### 3. Steuerliche Vorteile

**Günstige Kredite** über die KfW (z. B. KfW-Programm 270).  
**Steuervergünstigungen** durch Abschreibungen und reduzierte Gewerbesteuer in vielen Gemeinden.

## Fazit

Eine 4,5-MW-Windkraftanlage kann über ihre Lebensdauer durch das EEG und andere Förderungen mit **staatlichen Subventionen von mehreren Millionen Euro** unterstützt werden. Die genaue Summe hängt jedoch von Standort, Volllaststunden und Fördermodellen ab.

### 4. Kosten durch Redispatch Maßnahmen

Unter Redispatch versteht man das Regeln der 50 Hz Netzfrequenz. Diese muss im Rahmen von 49,8 bis 50,2 Hz stabil sein, um das nachfolgende Netz stabil zu halten.

Durch die erneuerbarer Energieerzeugung entsteht, wetterbedingt, ein sog. Flatterstrom, der zu Instabilitäten des Netzes führen kann, daher muss

#### Kosten WKA Strom

WKA-Strom ist nicht günstiger als Atomstrom mit ca. 3 - 6 ct/kWh

#### Subventionen

Ohne Subventionen wäre WKA-Strom nicht wettbewerbsfähig!

#### Subventionen

Werden vom Steuerzahler aufgebracht.  
Gewinner sind die Betreiber

#### Flutterstrom

Macht das Netz instabil und birgt Gefahr von Blackout

nachgeregelt werden. Das ist mit hohen Kosten verbunden. So musste im Jahr 2000 nur 5 mal nachgeregelt werden, im Jahr 2022 jedoch schon 12164 mal!

Die im Jahr 2023 entstanden Kosten für diese Redispatch - Maßnahmen wurden mit 6,6 Milliarden Euro beziffert. Dadurch erhöhte sich der Preis - bezogen auf die gesamte deutsche Stromerzeugung - für jede kWh um ca. 3,12 Cent.

## 9. Fazit

### Ökologische Katastrophe

Mit jeder Windanlage wird unsere Natur nachhaltig für Generationen zerstört, Tiere durch Lärm vertrieben, durch die Rotoren getötet. Bis zu 160 kg krebserregender Glasfaser-Abrieb pro Jahr vergiftet die Böden und gefährdet unsere lebenswichtige Trinkwasserversorgung. Bis zu 5 Tonnen giftige Stoffe (Öl, SF6, Neodym), über 200 Tonnen Sondermüll (Rotorblätter) und 4000 Tonnen Stahlbeton (Fundament) werden verbaut.

### Wirtschaftliche Katastrophe

Windkraft ist nicht grundlastfähig (kein Wind, kein Strom), instabiles Stromnetz (Blackout-Gefahr), fehlende Versorgungssicherheit, Abhängigkeit von Importstrom. Fast alle Anlagen sind unrentabel und werden mit Steuergeld subventioniert, steigende Energiekosten, hohe Inflation, De-Industrialisierung, Arbeitslosigkeit. Die Rückbaukosten alter Anlagen trägt im Regelfall der Steuerzahler, da Betreiberfirmen zuvor abgewickelt werden. Rückgang des Tourismus mit allen Konsequenzen. Hoher Wertverlust von Immobilien im Einzugsgebiet der WK-Anlagen.

### Gesundheitliche Katastrophe

Hohes Gesundheitsrisiko durch INFRASCHALL, nicht hörbare, tiefe, energiereiche Frequenzen, die sich in sehr großem Umkreis zur Anlage auf Gesundheit, Schlafverhalten und Psyche auswirken. Kinder bekommen Angst und zeigen Verhaltensauffälligkeiten, die von Ärzten als psychische Krankheiten behandelt werden. INFRASCHALL wird bei Genehmigungsverfahren nicht berücksichtigt. Schattenwurf durch Rotoren. Zerstörung von Erholungsraum. Verlust an Lebensqualität.

### Gesellschaftliche Katastrophe

Demokratische Prozesse werden durch planwirtschaftliche, subventionsgetriebene Vorhaben gezielt ausgehebelt, Gesetze so gestaltet, dass es Bürgern unmöglich ist, sich zu wehren. Öffentliche Diskussionen mit Kritikern werden durch Betreiber und Behörden systematisch vermieden. Parteiische Behörden meiden Veranstaltungen der Windindustrie-Kritiker,

#### Flutterstrom

Dieser muss sehr teuer ausgeregelt werden

#### Ökologie

WKA vergiften schleichend die Umwelt

#### Wirtschaft

WKA schädigen die Wirtschaft

#### Gesundheit

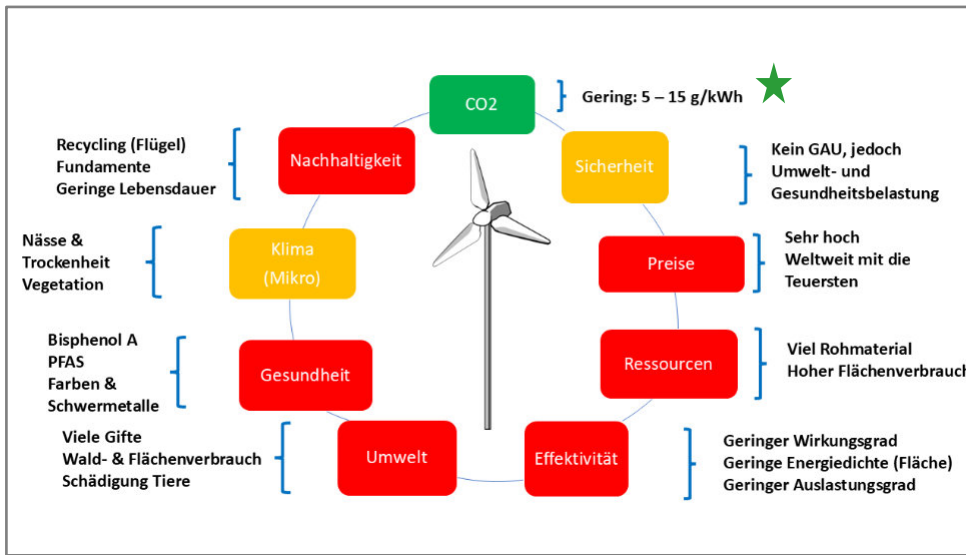
WKA schädigen schleichend unsere Gesundheit

#### Entmündigung

WKA - Gesetzgebung entmündigt uns Bürger

stehen auf denen der Betreiber jedoch beifallkatschend stramm. All dies erzählen Ihnen die reichweitenstarken Medien jedoch nicht.

## Fazit im Überblick



**Fazit**  
Die Gesamt-Bilanz der WKA ist in allen Bereichen vernichtend schlecht

★ Die gute CO2 Bilanz ist nur dann als positiv zu bewerten, wenn tatsächlich das CO2 für den menschengemachten Klimawandel verantwortlich ist.

Tausende von Wissenschaftlern bezweifeln dieses jedoch, sie kommen in den öffentlichen Medien jedoch nicht zu Wort, da deren Erkenntnisse nicht dem allgemeinen Narrativ entsprechen.

## Anmerkungen

Diese Dokumentation entstand im April 2025 im Rahmen einer Diskussionsveranstaltung.

Durch Gesetzesänderungen können zwischenzeitlich natürlich, insbesondere im Rahmen der Förderungen, Veränderungen eingetreten sein. Die physikalischen Bedingungen, unter denen Windkraftanlagen betrieben werden, haben sich natürlich nicht verändert!

Autor: Dipl. Ing. Wolfgang Huber

dieBasis

Kreisverband Rostock-Land