Klimaneutral ab 2045: Wie viele Windräder brauchen wir? Wir berechnen 5 ZeroCarbons.

Klimaneutral | kritisch	Windkraft Land + Atomkraft erzeugen 60 Prozent der Primärenergie. Mit unterschiedlichen Anteilen (ZeroCarbon 1 bis 5).
Klimaneutral | unkritisch	Windkraft Meer + Photovoltaik + Biomasse + Wasserkraft + Thermie erzeugen 40 Prozent der Primärenergie.

2045 mit halbiertem Bedarf an Primärenergie (PE) — Laut Vorgabe des Umweltbundesamts (UBA)

1	Berechnungen 2045 mit Zero Carbon		2024		2045 / 1		2045 / 2		2045 / 3		2045 / 4		2045 / 5
	Bedarf an Primärenergie (PE)	GWh / Jahr	2.800.000		1.400.000		1.400.000		1.400.000		1.400.000		1.400.000
2	Prozentualer Anteil an PE	Prozent			Prozentualer Anteil bei den erneuerbaren Energien						Wir betrachten 5 Szenarien für das Jahr 2045		
	Atomkraft (AKW)		0		0		10		20		30		40
	Windkraft Land (WKA)		4		60		50		40		30		20
	Klimaneutral | unkritisch		16		40		40		40		40		40
	Gas / Öl / Kohle		80		0		0		0		0		0
3	Energetischer Anteil an PE	GWh / Jahr			Erforderliche Anzahl an AKW mit 1,6 GW Leistung						WKA, Biomasse, PV liefern die Hauptleistung		
	Atomkraft | Anzahl AKW		0	0	0	0	140.000	10	280.000	20	420.000	30	560.000	40
	Windkraft Land		112.000		840.000		700.000		560.000		420.000		280.000
	Klimaneutral | unkritisch (2024+25%)		448.000		560.000		560.000		560.000		560.000		560.000
	Gas / Öl / Kohle		2.240.000		0		0		0		0		0
4	Windkraft Land netto				Steigerung des Wirkungsgrads durch Akku-Speicher						Alte nach Live-Time durch neue WKA ersetzen		
	Nennleistung	MW / WKA	2		7		7		7		7		7
	Wirkungsgrad	Prozent	20		30		30		30		30		30
	Reale Leistung	MW / WKA	0,4		2,1		2,1		2,1		2,1		2,1
	Erzeugte Energie	GWh / Jahr	4		18		18		18		18		18
	Anzahl WKA netto	Anlagen	28.000		47.000		39.000		31.000		23.000		16.000
5	Windkraft Land brutto				Wenn im Energiemix keine Grundlast mit Reserven						Überregionale computergesteuerte Vernetzung		
	Reserven für Flauten	Tage / Jahr	0		100		75		50		25		0
	Zusätzliche WKA	Anlagen	0		13.000		8.000		4.000		2.000		0
	Anzahl WKA brutto	Anlagen	28.000		60.000		47.000		35.000		25.000		16.000
6	Flächenverbrauch				WKA belegen die Flächen von ganzen Bundesländern						Geschützt und vernetzt in Windparks aufstellen		
	Rotordurchmesser D	m	100		170		170		170		170		170
	Faktor F für Abstände		4		4		4		4		4		4
	Abstand = F x D	m	400		680		680		680		680		680
	Anzahl je 10 km Strecke	Anlagen	25		15		15		15		15		15
	Anzahl je 100 qkm	WKA	630		230		230		230		230		230
	Verbrauchte Fläche	qkm	4.400		26.100		20.400		15.200		10.900		7.000
	Anteil BRD (357.000 qkm)	Prozent	1,2		7,3		5,7		4,3		3,1		2,0
	Komplett mit WKA belegt	Fläche	Saarland		Meck-Pomm.		Rheinl.-Pfalz		5 x Saarland		4 x Saarland		2 x Saarland
7	Kosten WKA				WKA soll Akku optimiert und bedarfsunabhängig laden						WKA nur mit Akku und nicht mit Stromnetz koppeln		
	Stückkosten in Millionen	Euro / WKA	4		8		8		8		8		8
	Nutzungsdauer	Jahre	20		20		20		20		20		20
	Spezifische Kosten (Bau)	Cent / KWh	0		2,2		2,2		2,2		2,2		2,2
8	Kosten Akku				Akku gibt Ladung bedarfsgerecht an das Stromnetz ab						Akku durch häufiges Laden / Entladen hoch belastet		
	Stückkosten	Euro / KWh	200		100		100		100		100		100
	Akku-Speicher	MWh	0		14		14		14		14		14
	Nutzungsdauer	Jahre	5		5		5		5		5		5
	Stückkosten in Millionen	Euro / Akku	0		1,4		1,4		1,4		1,4		1,4
	Spezifische Kosten (Bau)	Cent / KWh	0		1,6		1,6		1,6		1,6		1,6
9	Kosten AKW				AKW reduzieren den hohen Flächenverbrauch der WKA						AKW stabilisieren das Netz und fungieren als Backup		
	Stückkosten in Milliarden	Euro / AKW	0		10		10		10		10		10
	Nennleistung	MW / AKW	0		1.600		1.600		1.600		1.600		1.600
	Erzeugte Energie	GWh / Jahr	5		14.000		14.000		14.000		14.000		14.000
	Nutzungsdauer	Jahre	0		50		50		50		50		50
	Spezifische Kosten (Bau)	Cent / KWh	0		1,4		1,4		1,4		1,4		1,4

Fazit

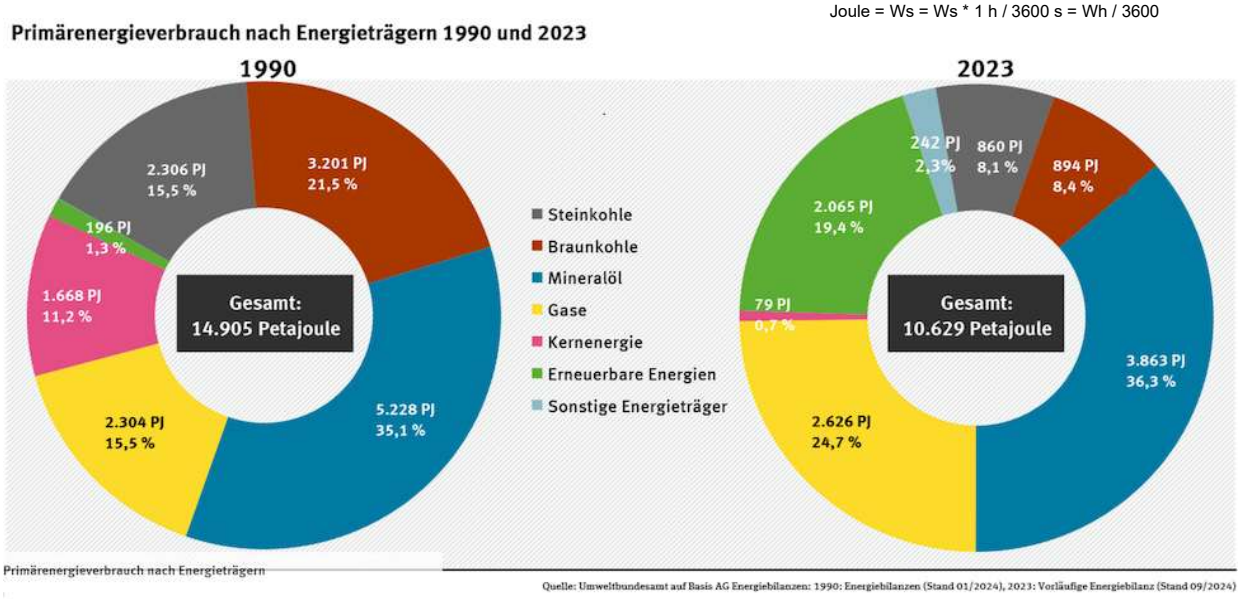
Um klimaneutral zu werden, müssen wir unseren Primärenergiebedarf von jetzt bis 2045 halbieren. Für den Netzausbau inklusive Südlink entstehen uns zusätzliche Kosten in Höhe von 1 Cent / KWh. Durch einen Energiemix mit Atomkraft, vor Ort platziert, benötigen wir weniger Windräder und einen geringeren Netzausbau, wir können Dunkelflauten überbrücken und unser Stromnetz besser regeln. Wälder sind natürliche Solar- und CO2-Speicher. Hier sollten wir keine Windräder platzieren, denn die Bäume bremsen den Wind ab und vermindern die Leistung. Auch der Naturschutz ist ein Thema. Per Akku können wir die Effizienz der Windräder steigern und den Strom bedarfsgerecht einspeisen. Grüner Wasserstoff als Stromspeicher ist mit bestenfalls 45 Prozent Wirkungsgrad nur zweite Wahl. Effizienter ist die Verteilung in Gasform, wobei der Bau eines H2-Netzes hohe Investionen erfordert. Ohne Atomkraft werden unsere Windräder 7 Prozent der BRD oder Meck-Pomm im Ganzen belegen. Wie wird unser Energiemix nach 2045 aussehen? Hoffentlich zuverlässig, bezahlbar, naturschonend.

Klima

In der BRD soll sich der Primärenergieverbrauch bis 2045 halbieren, also in 20 Jahren um 50 Prozent. Das bedeutet pro Jahr eine Reduktion um 2,50 Prozent. Retten wir damit das Weltklima? Zwar leisten wir unseren Beitrag, müssen aber registrieren, dass die Weltbevölkerung alle 10 Jahre um 1 Milliarde Menschen und damit jährlich in etwa um die Einwohnerzahl der kompletten BRD zunimmt. Wenn wir also Jahr für Jahr 2,50 Prozent an Primärenergie einsparen, werden diese durch den jährlich on top hinzukommenden Energieverbrauch der neuen Weltbevölkerung marginalisiert. Energieeinsparung ist trotzdem angesagt. Allerdings muß auch die Zahl der Weltbevölkerung sinken, um das Klima zu retten.

Energie

Energie	Definition	Energieträger
Primärenergie	Energie in ursprünglicher noch nicht weiterverarbeiteter Form	Erdgas, Erdöl, Kohle, Uran, aus erneuerbaren Quellen
Endenergie	Energie in der an den Endenergieverbraucher gelieferten Form	Erdgas, Fernwärme, Kraftstoffe, elektrische Energie
		Joule = Ws = Ws * 1 h / 3600 s = Wh / 3600



Quelle

https://www.kanzlei-profi.de/zerocarbon.pdf

Udo Beckmann, Bubenhofenstr. 6, 72336 Balingen, udo.rolf.beckmann@gmail.com, mit Quellenangabe in unveränderter Form frei verwendbar, 1.5.2025