

6.200 Milliarden Kilowattstunden Klima-Strom

Studie der IEA zur weltweiten Raum- und Gewerbeklimatechnik im Jahr 2050



Günther Mertz M.A.,
Hauptgeschäftsführer
des BTGA - Bundes-
industrieverband
Technische Gebäude-
ausrüstung e.V.

Auf Basis vieler Annahmen wagt die Studie „The Future of Cooling“ der renommierten Internationalen Energie-Agentur (IEA) eine Prognose zum weltweiten Bedarf und Betrieb von Raumklimageräten im Jahr 2050. Die Ergebnisse dieser Studie sind stark polarisierend: Während den Geräteherstellern auch in den nächsten 30 Jahren blühende Geschäfte besonders in Fernost vorhergesagt werden, verweisen Umweltschutzgruppen auf den immensen Strombedarf der dann 5,6 Milliarden Klimageräte und die damit einhergehenden stark steigenden Treibhausgasemissionen. Aber der IEA-Bericht enthält auch eine Lösung des Problems - wie realistisch diese auch immer sein mag.

Nach dem ersten Teil des IEA-Reports „The Future of Cooling - Opportunities for

energy-efficient air conditioning“¹ ergibt sich fast unweigerlich eine erschreckende Erkenntnis: Durch den rasanten Anstieg an Raumklimatisierung scheint die Welt in den kommenden Jahrzehnten fast unweigerlich auf eine Klimakatastrophe zuzusteuern. Wie Tabelle 1 zeigt, werden im Jahr 2050 weltweit in Haushalten und im Gewerbe fast 5,6 Milliarden Klimageräte betrieben werden. Zum Vergleich: 2016 gab es weltweit etwa 1,62 Milliarden Klimageräte, 2017 wurden weitere 130 Millionen Geräte verkauft - und ähnliche Absatzzahlen werden in der Studie auch für die kommenden Jahre bis 2050 angenommen. Das bedeutet, dass bis zum Jahr 2050 pro Sekunde weltweit rund vier Klimageräte verkauft werden. Sie alle brauchen Strom für den Betrieb, der fossil und regenerativ erzeugt werden muss. Wenn diese Prognose stimmen sollte, besitzt 2050 weltweit jeder Mensch durchschnittlich 0,57 Klimageräte.

Pro Jahr 2.000 Milliarden kWh für Klima-Strom

Bleiben wir zunächst bei der aktuellen Situation. Laut Studie erzeugten 2016 die weltweit 1,62 Milliarden Klimageräte und -systeme eine Gesamtkälteleistung von 11.700 GW. Je etwa 50 Prozent dieser Kälteleistung entfallen auf Wohngebäude und

auf gewerbliche Anwendungen. Die führenden Raumklimagerätenationen sind (Tabelle 1): China (570 Mio. = 35%) vor den USA (374 Mio. Geräte = 23%), Japan (148 Mio. = 9%), Europa (97 Mio. = 6%) und Südkorea (59 Mio. Geräte = 4%). Zum Betrieb der 1,62 Milliarden Geräte wird jährlich eine elektrische Arbeit von rund 2.000 Milliarden kWh benötigt. Durch den Betrieb der Geräte, also durch die Stromerzeugung in Kraftwerken, wird die Umwelt jährlich mit 1.130 Mio. t CO₂ belastet. Zum Vergleich: Deutschland hat pro Jahr einen Gesamtstromverbrauch von etwa 600 Milliarden kWh - davon etwa ein Drittel regenerativ erzeugt - und emittiert rund 850 bis 900 Millionen t CO₂.

Gründe für den steigenden Klimatisierungsbedarf

Ein weiteres Ergebnis der IEA-Studie lautet: Von 1990 bis 2016 ist weltweit der Anteil an Energie zur Raum- und Gebäudekühlung in Wohngebäuden von 2,5 auf 6 Prozent und im Gewerbe von 6 auf 11,5 Prozent angestiegen. Dieser Bedarf wird bis 2050 deutlich steigen - mehrere wichtige Entwicklungen werden in den kommenden Jahrzehnten dafür sorgen. Laut IEA-Studie sind das beispielsweise folgende:

Die Weltbevölkerung wird bis 2050 von 7,4 (2016) auf 9,7 Mrd. Menschen wachsen. Überproportionale Zuwächse zwischen 20 und 30 Prozent werden in Indien (auf 1,7 Mrd.), in den USA (auf 392 Mio.), im Mittleren und Nahen Osten (auf 354 Mio.) und in Indonesien (auf 322 Mio. Menschen) erwartet (Tabelle 2). Damit steigt auch der Bedarf an Kühlleistung.

Mit der Zunahme des globalen Treibhauseffekts steigen bis 2050 auch die jährlichen Mitteltemperaturen und die Kühlstunden deutlich an. Wie Tabelle 2 zeigt, liegen dann Indonesien (>4.000) und Indien (fast 3.500), der Mittlere und Nahe Osten (2.500) und Brasilien (2.300) weit vorn. Die USA, Japan, Mexiko und China haben etwa 1.000 bis 1.200 Kühlstunden pro Jahr, in Europa sind es nur etwa 350 Stunden. Hinzu kommt der Aspekt der Luftfeuchtigkeit, der besonders in tropischen Staaten neben der Kühlung eine wichtige Rolle spielt.

Tabelle 1: Weltweiter Bestand an Raumklimageräten im Jahr 2016 (in Millionen Stück) in verschiedenen Staaten (Regionen) und deren Zunahme von 2016 bis 2050 in %

	2000	2016	2030	2050	Zunahme 2016-2050
Indien	8	27	240	1.144	4.100%
Indonesien	3	12	72	236	1.870%
Mexiko	8	16	48	126	690%
Brasilien	13	27	57	165	510%
Mittler Osten	18	47	102	210	350%
Europa	65	97	167	275	184%
China	138	569	1.128	1.419	150%
USA	291	374	453	542	56%
Japan/Korea	150	207	244	266	28%
Rest	121	246	482	1.194	385%
	815	1.622	2.993	5.577	250%



Das weltweite Wirtschaftswachstum und die damit einhergehenden steigenden Einkommen werden es immer mehr Menschen ermöglichen, ein Klimagerät zu kaufen und damit ihre Wohnung zu kühlen – besonders in den heutigen Dritt- und Schwellenländern.

Klimageräte, Energieeffizienz und Gesetze

Ein Blick zurück: Analysen der IEA zufolge wurde in den vergangenen rund 20 Jahren die Energieeffizienz (SEER-Wert) der Klimageräte um annähernd 50 Prozent verbessert. Für das Jahr 2016 wird für den weltweiten Bestand eine mittlere Arbeitszahl der Geräte von SEER = 3,9 angenommen (1 kW Strom erzeugt 3,9 kW Kälteleistung). Die heute besten Geräte haben SEER-Werte im Bereich von 10. Laut Studie gab es 2016 in 55 Staaten mehr oder weniger strenge Anforderungen an Mindesteffizienzwerte für Kühl- und Klimasysteme, für die kommenden Jahre werden weitere erwartet – plus regelmäßige Verschärfungen der Effizienzvorgaben.

Auf Grundlage der zuvor erläuterten Basisdaten, der Entwicklungen und Prognosen skizziert die IEA-Studie mögliche Entwicklungen des weltweiten Klimamarkts bis 2050 anhand von zwei Szenarien.

Das Szenario „Baseline“

Für das Baseline-Szenario werden in der Studie folgende drei wichtige Annahmen getroffen:

1. Infolge des Wirtschaftswachstums und der steigenden Einkünfte auch in den heutigen Dritt- und Schwellenländern können sich immer mehr Menschen ein Kli-

magerät leisten. Dadurch steigt die Zahl der weltweiten Klima- und Kühlgeräte bis 2050 auf etwa 5,6 Milliarden Stück (Tabelle 1).

2. Parallel dazu werden die notwendigen Kapazitäten der Stromerzeugung zum Betrieb der Geräte aufgebaut. Diese Kapazitäten bestehen – ohne dass diese in der Studie genauer erläutert werden – besonders aus konventionellen Kraftwerken, die mit fossilen Brennstoffen arbeiten, und einem steigenden Anteil an regenerativen Energien.
3. Die weltweit vorhandenen und neuen Gesetze zu Mindesteffizienzwerten der Geräte werden im Hinblick auf ihre Anforderungen leicht verschärft. Daraus ergibt sich für das Jahr 2050 eine durchschnittliche Effizienz der Geräte im Bestand von SEER etwa 5 – so die Annahmen der IEA. Im Jahr 2016 betrug der SEER-Wert rund 4.

Aus diesen Annahmen und Prognosen leitet die Studie folgende Ergebnisse ab:

Der Stromverbrauch zum Betrieb der rund 5,6 Milliarden Geräte steigt von 2.000 Milliarden kWh/a im Jahr 2016 um mehr als den dreifachen Wert auf 6.200 Milliarden kWh/a im Jahr 2050. Ein stark überproportionales Wachstum gibt es bei der Klimatisierung von Wohnungen: Zwei Drittel des Stromverbrauchs werden 2050 dafür benötigt, 2016 waren es nur 42 Prozent.

Besonders extrem wird der Stromverbrauch zur Klimatisierung und Kühlung im Jahr 2050 in Indien sein (1.350 Mrd. kWh/a).

Es folgen China (1.000 Mrd. kWh/a), die USA (850 Mrd. kWh/a), der Nahe und Mittlere Osten (500 Mrd. kWh/a) und Indonesien (350 Mrd. kWh). Damit werden in Indien und Indonesien 30 Prozent des jährlichen Stromverbrauchs auf Klima- und Kühlanlagen entfallen, in den weiteren genannten Staaten liegen die Werte bei 20 bis 25 Prozent.

Durch den Stromverbrauch steigen die jährlichen CO₂-Emissionen von 1.130 (2016) auf 2.070 Millionen t pro Jahr (2050). Bei dieser Prognose wird bereits ein globaler Anstieg der regenerativen Energien bei der Stromproduktion berücksichtigt. Diese zeigt sich im Szenario „Baseline“ durch die Annahme, dass sich der weltweite Emissionswert bei der Stromerzeugung von etwa 500 g/kWh (2016) auf etwa 270 g CO₂ pro kWh im Jahr 2050 fast halbiert.

Das Szenario „Effective Cooling“

In Ergänzung zum Baseline-Szenario werden im Effective-Cooling-Szenario zwei weitere wichtige Annahmen definiert:

1. Bis 2050 werden die weltweiten Standards an die Mindesteffizienz der Klimageräte kontinuierlich erweitert und verschärft. Dadurch steigt im Jahr 2050 die durchschnittliche Arbeitszahl der Geräte im Wohn- und Gewerbebestand deutlich auf einen Wert von SEER = 8,5. Zum Vergleich: Im Baseline-Szenario betrug dieser Wert SEER = 5.
2. Bis 2050 erfolgt weltweit ein immenser Anstieg bei der Stromproduktion aus regenerativen Energien (Solar, Wind, Wasser, Biomasse). So wird in der Studie angenommen, dass 70 Prozent der elektri-

Tabelle 2: Wachstum der Bevölkerung und Zunahme der jährlichen Anzahl an Kühlstunden (CDD) in verschiedenen Staaten und Regionen von 2016 bis 2050

	2016		2050		Zunahme 2016-2050	
	CDD	Bevölkerung	CDD	Bevölkerung	CDD	Bevölkerung
Indonesien	3.390	261	4.051	322	20%	23%
Indien	3.084	1.327	3.486	1.705	13%	28%
Mittlerer Osten	2.337	232	2.516	354	8%	52%
Brasilien	1.846	210	2.314	238	25%	13%
China	1.051	1.384	1.169	1.351	11%	-2%
Japan	909	127	1.040	108	14%	-15%
Mexiko	868	123	1.188	156	37%	27%
USA	764	328	973	392	27%	20%
Korea	762	51	844	51	11%	0%
Südafrika	714	55	746	66	4%	20%
Europa	292	511	343	505	17%	-1%
Welt	1.905	7.422	2.388	9.714	25%	31%

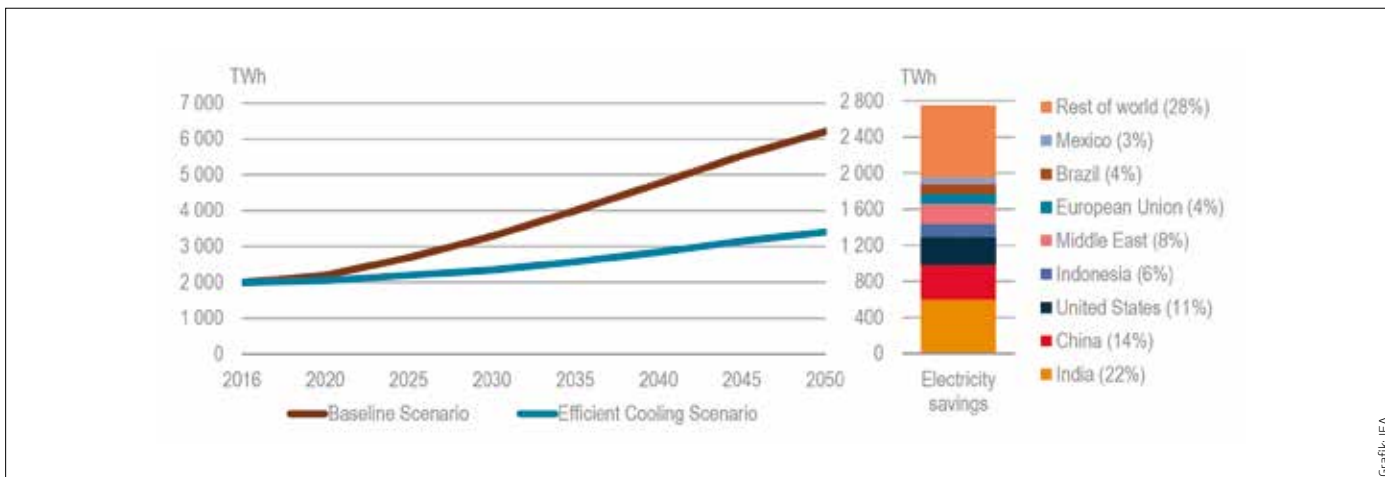


Abbildung 1: Beim Szenario „Baseline“ steigt bis 2050 der weltweite Stromverbrauch der dann etwa 5,6 Milliarden Klimageräte auf rund 6.200 Milliarden kWh pro Jahr. Das Szenario „Efficient Cooling“ prognostiziert einen um 45 % geringeren Verbrauch von rund 3.400 Milliarden kWh/a. Im rechten Bereich der Abbildung ist dargestellt, wie stark die einzelnen Staaten und Regionen zu dieser Verringerung beitragen sollen.

schon Arbeit, die zum Betrieb der Klimageräte verbraucht wird, regenerativ und damit (nahezu) emissionsfrei erzeugt werden.

3. Besser bauen und betreiben: Weitere Verringerungen des Bedarfs an Klima- und Kühlung können durch eine bessere Bauausführung und eine bedarfsabhängige oder zeitgesteuerte Regelung der Geräte erreicht werden.

Daraus leitet die Studie für das zweite Szenario folgende Ergebnisse ab:

Beim Effective-Cooling-Szenario beträgt im Jahr 2050 der weltweite jährliche Stromverbrauch der Klimageräte rund 3.400 Milliarden kWh. Dieser ist zwar um 70 Prozent höher als im Jahr 2016 (2.000 Milliarden kWh), aber auch 45 Prozent geringer als beim Szenario „Baseline“ (6.200 Milliarden kWh, siehe Abbildung 1).

Noch viel drastischer und auch verblüffender ist ein Vergleich der Studienergebnisse bei den sich aus der Klimatisierung und Kühlung ergebenden CO₂-Emissionen, dargestellt in Abbildung 2: Beim Efficient-Cooling-Szenario sinken nämlich die Treibhausgasemissionen im Jahr 2050 sogar deutlich unter den Wert von 2016 auf nur etwa 150 Mio. t pro Jahr – trotz der riesigen Zunahme an Klimageräten.

Woher diese auf den ersten Blick verblüffenden Ergebnisse zu den durch Klimageräte bewirkten Emissionen (2016 = 1.130 Mio. t, Baseline 2050 = 2.100 Mio. t, Efficient Cooling 2050 = 150 Mio. t) kommen sollen, zeigt die Abbildung 2:

- Durch die deutlich bessere Energieeffizienz der Raumklimageräte im Bestand (Baseline SEER = 5, Efficient Cooling SEER = 8,5) erwartet die IEA aufgrund der damit einhergehenden Energieein-

sparung eine Verringerung der Emissionen um etwa 900 Millionen t CO₂ pro Jahr (Abbildung 2, mittlere Säule „Efficient ACs“).

- Hinzu kommen weitere Einsparungen an fast 1.000 Millionen t CO₂ durch die erheblich stärkere Nutzung regenerativer Energien bei der Stromerzeugung.

Fazit und Ausblick

Der weltweite Zuwachs um rund 4 auf 5,6 Milliarden Klimageräte bis zum Jahr 2050, der besonders stark in Indien, Indonesien, Brasilien, Mexiko, dem Mittleren und Nahen Osten sowie in China ausfallen wird, stellt sowohl die Stromversorgung als auch die Ökologie (Treibhausgasemissionen) vor große Herausforderungen. Um möglich drastische Auswirkungen auf den globalen Treibhauseffekt durch den Betrieb dieser Geräte zu minimieren, müssen laut IEA-Studie bereits heute wichtige Maßnahmen eingeleitet und umgesetzt werden. Als besonders Wichtige zählen dazu beispielsweise: weltweit deutlich verschärfte Anforderungen an die Mindesteffizienz der Geräte (die schrittweise gesteigert werden muss) und ein massiver Auf- und Ausbau der Kapazitäten zur Stromerzeugung aus regenerativen Energien. Ob die Annahme im Szenario „Efficient Cooling“ tatsächlich realistisch ist, dass im Jahr 2050 die weltweite Stromerzeugung zu 70 Prozent regenerativ erfolgen wird, scheint aus heutiger Sicht eher fragwürdig bzw. sehr ambitioniert.

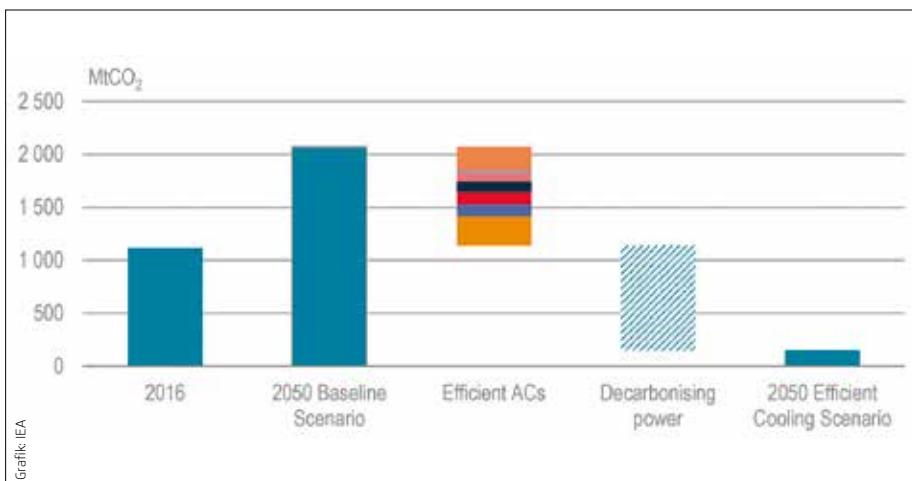


Abbildung 2: Durch den Betrieb der deutlich energieeffizienteren Klimageräte (Mitte) und eine starke Zunahme von Strom aus regenerativen Energien (2. Säule von rechts) sinken beim Szenario „Efficient Cooling“ bis 2050 die CO₂-Emissionen auf etwa ein Siebtel des Werts von 2016.

¹ Quelle: <https://webstore.iea.org/the-future-of-cooling> [zuletzt geprüft am 4. Dezember 2018].