

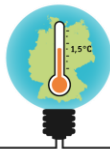
## Anlage 2b

### Wie viel Treibhausgas wird in unterschiedlichen Szenarien ausgestoßen?

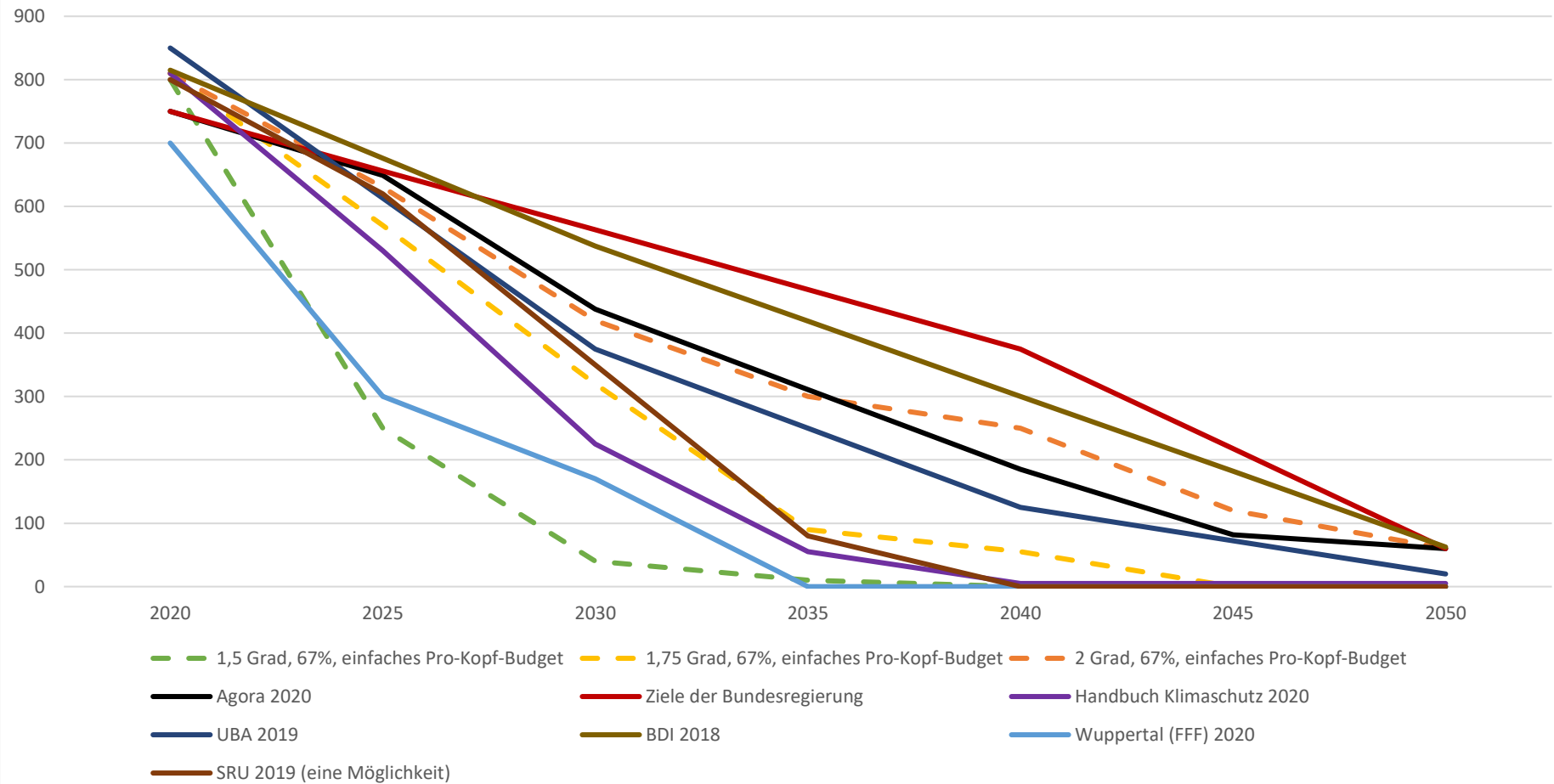
**Tabelle 1: Vergleich unterschiedlicher Szenarien (Klimastudien und Klimapläne) in Hinblick darauf, wie viel Budget sie beanspruchen**

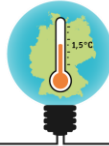
Studie/ Klimaziel	Beanspruchtes Budget
1,5 Grad, <i>einfaches</i> Pro-Kopf-Budget, 67% Wahrscheinlichkeit	3.400 TE
Wuppertal 2020 (1,5 Grad, <i>einfaches</i> Pro-Kopf-Budget, 50% Wahrscheinlichkeit)	4.200 TE <sup>1</sup> + X (Im Budget von 4200 TE sind nicht alle Sektoren und Gase beinhaltet)
Handbuch Klimaschutz (1,5 Grad, <i>1,8-faches</i> Pro-Kopf-Budget, 67% Wahrscheinlichkeit)	6140 TE
Sachverständigenrat der Bundesregierung (SRU 2019: 1,75 Grad, einfaches Pro-Kopf-Budget, 67%)	6.600 TE
UBA 2019 (Green Supreme)	9350 TE (Schätzung)
1,5 Grad, <i>doppeltes</i> Pro-Kopf-Budget, 50% Wahrscheinlichkeit	10.000 TE
Agora 2020	10.200 TE (Schätzung)
2 Grad, <i>einfaches</i> Pro-Kopf-Budget, 67% Wahrscheinlichkeit	10.900 TE
BDI 2018 (95%-Pfad)	12.760 TE (Schätzung)
Jülich (95%-Pfad)	> 13.430 <sup>2</sup> TE (Schätzung)
Ziele der Bundesregierung (vgl. Jülich 2019, S. 10)	13.430 TE (Schätzung)

(Erläuterung s. Seite 7)



Grafik 1: Treibhausgasreduzierungswege unterschiedlicher Szenarien

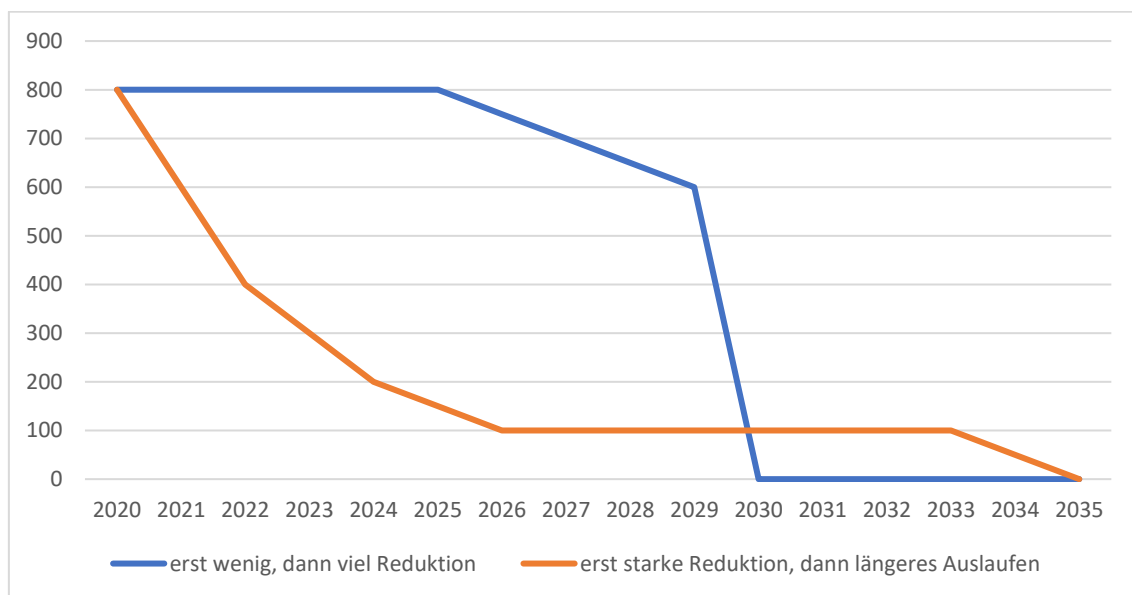




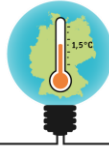
## Wie kommen die Zahlen zustande und was bedeuten sie?

Sowohl in der Politik, als auch in Studien wird häufig darüber gesprochen bis zu welchem Jahr Deutschland treibhausgasneutral werden soll. Oft wird Treibhausgas-Neutralität bis zu einem bestimmten Jahr (z.B. 2050 oder 2035) gleichgesetzt mit der Einhaltung des 1,5-Grad-Ziels. Für das 1,5-Grad-Ziel ist aber eigentlich nicht entscheidend, ab welchem Jahr keine Treibhausgase mehr ausgestoßen werden, sondern wie viel insgesamt vor diesem Jahr insgesamt ausgestoßen wurde. Hierzu ein Beispiel:

## Grafik 2: Beispiele für Pfade zur Treibhausgas-Neutralität



Wenn Deutschland im Jahr 2030 klimaneutral wird, aber erst sehr spät anfängt zu reduzieren (blauer Pfad), werden insgesamt sehr viel mehr Treibhausgase ausgestoßen (im Beispiel 7500 TE), als wenn Deutschland erst 2035 klimaneutral wird, aber bereits in den ersten Jahren stark reduziert (oranger Pfad – im Beispiel 3300 TE). Die Einhaltung des Budgets ist für das 1,5-Grad-Ziel entscheidender als das Zieljahr. Wenn am Anfang stark eingespart wird, kann also noch relativ lange ein bisschen Treibhausgas ausgestoßen werden.



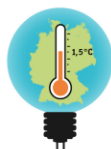
Einige Prozesse können aus technischen Gründen nicht innerhalb von wenigen Jahren umgestellt werden, z.B. die Dämmung der Häuser oder Wiedervernässung der Moore. Diese werden auch bei größten Anstrengungen wahrscheinlich noch in 15-20 Jahren Treibhausgase in geringem Umfang verursachen. Deshalb muss die Reduktion der Treibhausgase bei den anderen Prozessen am Anfang sehr schnell gehen, damit am Ende noch Budget für die lange dauernden Aufgaben übrigbleibt.

Andererseits ist es zwar theoretisch möglich das 1,5-Grad-Budget einzuhalten und erst im Jahr 2050 klimaneutral zu werden. Dies setzt aber voraus, dass innerhalb der ersten Jahre eine massive Reduzierung stattfindet, z.B. 150 MtCO<sub>2</sub> pro Jahr innerhalb der ersten 5 Jahre. Keine uns bekannte Studie rechnet mit solchen Reduzierungen, die auch nur mit starken Verhaltensänderungen, Abschaltung von Kraftwerken und Fabriken, etc. erreichbar wären. Deshalb gilt in aller Regel, dass das Ziel einer Klimaneutralität bis 2050 nicht mit dem 1,5-Grad-Ziel zusammenpasst.

In Tabelle 2 ist dargestellt, wie sich das Restbudget für die Welt berechnet. Da die Menge an CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre mit der Temperaturerhöhung auf der Erde zusammenhängt, kann ungefähr ausgerechnet werden, wie viel CO<sub>2</sub> noch ausgestoßen werden darf, bis ein bestimmtes Temperaturniveau (z.B. 1,5°C Grad) erreicht ist. Dafür sind 2 Fragen wichtig: 1. Welches Klimaziel soll angestrebt werden? 2. Mit welcher Wahrscheinlichkeit soll es erreicht werden?

Allerdings sind noch zwei Dinge zu bedenken:

Erstens kann das Restbudget nur für CO<sub>2</sub> bestimmt werden, nicht für die anderen Treibhausgase. Das liegt daran, dass diese sich unterschiedlich schnell abbauen. Methan z.B. hat in den ersten Jahren eine sehr starke Wirkung auf das Klima, nach einigen Jahrzehnten lässt diese aber stark nach. CO<sub>2</sub> hingegen wirkt sehr lange relativ gleichmäßig. Soll ein bestimmtes Ziel (z.B. 1,5°C) eingehalten werden, sollte also das Restbudget für 1,5°C nicht komplett für CO<sub>2</sub> ausgenutzt werden, da die Wirkung der anderen Gase noch hinzukommt.



Zweitens unterliegen die Berechnungen gewissen Unsicherheiten. Dies hängt z.B. damit zusammen, dass bei stärkerer Erwärmung Klima-Kipp-Punkte angestoßen werden (z.B. das Tauen der Permafrostböden in Sibirien) und dann noch weitere Treibhausgase in die Atmosphäre entweichen. Wie groß die Wirkung der Kipp-Punkte ist, ist schwer abzuschätzen. Je wärmer es wird, desto wahrscheinlicher ist es aber, dass die Kipp-Punkte große Mengen an Treibhausgas freisetzen und das Budget damit kleiner ist, als es berechnet wurde.

**Tabelle 2: Weltweites Restbudget<sup>1</sup>**

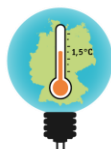
Klimaziel (max. durchschnittliche Erwärmung ggü. 1850- 1900)	Verbleibendes Restbudget weltweit (in GtCO <sub>2</sub> ) ab 01.01.2020	
	Zielerreichung mit 50% Wahrscheinlichkeit	Zielerreichung mit 67% Wahrscheinlichkeit
+ 1,5	500	340
+ 1,75	960	720
+ 2	1.420	1.090
+ 2,5	2.340	1.840
+ 3	3.840	3.010

Wenn das weltweite Budget berechnet ist, stellt sich die Frage, welchen Anteil Deutschland davon beanspruchen darf. Unterschiedliche Varianten sind in Tabelle 3 dargestellt.

<sup>1</sup> Eigene Rechnungen, basierend auf Rahmstorf 2019.

Zugrundeliegende Annahmen:

- Zwischen 1.1.2018 und 1.1.2020 wurden weltweit ca. 800 GtCO<sub>2</sub> ausgestoßen wurden.
- Rahmstorfs Tabelle gibt nur Werte für 1,5°C und 2°C an, die Angaben für 2,5°C und 3°C Grad wurden ergänzt. Dabei wurde angenommen, dass das Verhältnis zwischen Budget und Erwärmung konstant ist, also der Unterschied zwischen den Budgets für 1,5°C und 2°C dem Unterschied zwischen 2°C und 2,5°C entspricht usw.



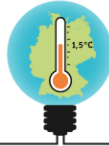
**Tabelle 3: Deutschlands Restbudget<sup>2</sup>**

Klimaziel (max. durchschnittliche Erwärmung ggü. 1850- 1900)	Verbleibendes Restbudget für Deutschland (in MtCO <sub>2</sub> ) ab 01.01.2020			
	Zielerreichung mit 50% Wahrscheinlichkeit		Zielerreichung mit 67% Wahrscheinlichkeit	
	1-faches Pro-Kopf- Budget	2-faches Pro-Kopf- Budget	1-faches Pro-Kopf- Budget	2-faches Pro-Kopf- Budget
+ 1,5	5.000	10.000	3.400	6.800
+ 1,75	9.600	19.200	7.200	14.400
+ 2	14.200	28.400	10.900	21.800
+ 2,5	23.400	46.800	18.400	36.800
+ 3	38.400	76.800	30.100	60.200

*Anmerkung:* 1-faches Pro-Kopf-Budget bedeutet, dass das weltweite Restbudget zu gleichen Teilen auf alle Menschen aufgeteilt wird. 2-faches-Pro-Kopf-Budget bedeutet, dass Deutschland, wie bisher, doppelt so viel beanspruchen darf wie der weltweite Durchschnitt.

<sup>2</sup> Als Parameter wurden angenommen: Bevölkerung Welt: 7,840 Milliarden Menschen (Quelle: <https://countrysmeters.info/en>, Abruf 22.10.2020); Bevölkerung Deutschland: 83 Millionen Menschen (Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Deutschland>, Abruf 22.10.2020); Deutschlands Anteil an der Weltbevölkerung: 1,06%. Angesichts dessen, dass sich Deutschlands Anteil an der Weltbevölkerung weiter verringern wird, wurde mit 1% gerechnet.

Für Deutschland wurden die Werte von GtCO<sub>2</sub> (Gigatonnen) umgerechnet in MtCO<sub>2</sub> (Megatonnen).



## Zu Tabelle 1 und Grafik 1

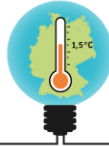
Klima-Studien und Klima-Pläne unterscheiden sich darin, ob sie untersuchen, wie ein bestimmtes Restbudget eingehalten werden kann oder wie Deutschland bis zu einem bestimmten Jahr klimaneutral werden kann. Bei Studien, die ein bestimmtes Jahr anstreben, ist meistens nicht angegeben, welches Budget sie beanspruchen. Es kann jedoch auf Grund der Minderungsziele für einzelne Jahre und Pfade zur Neutralität (siehe Grafik 1 auf Seite 9) geschätzt werden. Bei Studien, die das Restbudget nutzen, werden häufig nur die Prozesse betrachtet, die CO<sub>2</sub> betreffen, da das Restbudget nicht für andere Treibhausgase berechnet werden kann. Das 1,5-Grad-Ziel kann aber nur dann eingehalten werden, wenn alle Treibhausgase, nicht nur CO<sub>2</sub> auf 0 reduziert werden.

Im Handbuch Klimaschutz haben wir dieses Problem so zu lösen versucht, dass wir die anderen Treibhausgase in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet und dann im Restbudget mit verrechnet haben. Beispielsweise würde eine Tonne Methan vom Restbudget 25 Tonnen abziehen, da Methan die 25-fache Wirkung von CO<sub>2</sub> hat.

Um das Handbuch mit anderen Studien vergleichen zu können, haben wir in Tabelle 1 diese Methode auch auf andere Studien angewendet. Es wurde also das CO<sub>2</sub>-Restbudget als ein Restbudget für alle Treibhausgase interpretiert. Dann wurde berechnet, wie viel CO<sub>2</sub>-Äquivalente ausgestoßen würden, wenn die Studien umgesetzt würden und diese Werte mit dem Treibhausgas-Restbudget verglichen. Die Tabelle verwendet die Einheit »Treibhausgaseinheit« (TE), die wir im Handbuch verwendet haben. Ein TE entspricht 1 Million Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Wenn nicht explizit in den Studien angegeben, wurden die beanspruchten Budgets auf Grundlage der jeweils angegebenen Minderungsziele geschätzt. Sofern keine gegenteiligen Angaben vorhanden waren, wurde zwischen Jahren mit bekannten Minderungszielen lineare Abnahmen unterstellt.

### Weitere Anmerkungen zu Tabelle 1:

<sup>1</sup> Der Unterschied zu dem Wert in Tabelle 3 erklärt sich wie folgt: Der Bericht des IPCC und die darauf aufbauenden Berechnungen von Rahmstorf bzw. dem SRU wurden 2018 bzw. 2019 veröffentlicht. Es macht einen Unterschied, ob zuerst von dem damals berechneten weltweite Budget die Menge an Treibhausgas abgezogen wird, die bis zum Jahr 2020 bereits ausgestoßen wurde und Deutschland dann von dem verbleibenden Budget einen Anteil erhält oder ob



---

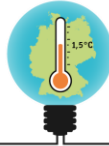
Deutschland seinen Anteil von dem Weltbudget zum Zeitpunkt 2018 erhält und dann von Deutschlands Budget abgezogen wird, was Deutschland seitdem ausgestoßen hat.

<sup>2</sup> Die Studie Jülich 2019 hat in ihrem 95%-Reduktionspfad das Ziel von 95% Reduktion bis 2050 und legt für die Jahre 2030 und 2040 Reduktionsziele zu Grunde, die „ambitionierter sind, als die von der Bundesregierung gesetzten Ziele.“ Genauere Angaben sind uns nicht bekannt. (vgl. Jülich 2019, S. 11)

### **Weitere Anmerkungen zu Grafik 1**

In Grafik 1 auf Seite 9 sind die Minderungspfade der einzelnen Szenarien aus Tabelle 4 grafisch dargestellt. Die Pfade und damit auch die in Tabelle 4 genannten Budgets sind nicht ohne weiteres vergleichbar, da sie für das Jahr 2020 mit einem unterschiedlichen Ausstoß gerechnet haben. Der Pfad von Wuppertal 2020 stellt nur CO<sub>2</sub>-Emissionen dar, hinzu kommen die anderen Gase.





## Quellen

- Agora Energiewende. (2020). Klimaneutrales Deutschland. Abgerufen von <https://www.agora-energiewende.de/projekte/klimaneutrales-deutschland-2050/> am 23.10.2020
- BDI. (2018). Klimapfade für Deutschland. Abgerufen von [https://www.zvei.org/fileadmin/user\\_upload/Presse\\_und\\_Medien/Publikationen/2018/Januar/Klimapfade\\_fuer\\_Deutschland\\_BDI-Studie\\_/Klimapfade-fuer-Deutschland-BDI-Studie-12-01-2018.pdf](https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2018/Januar/Klimapfade_fuer_Deutschland_BDI-Studie_/Klimapfade-fuer-Deutschland-BDI-Studie-12-01-2018.pdf) am 23.10.2020
- Jülich Forschungszentrum. (2019). Wege für die Energiewende. Abgerufen von [https://www.fz-juelich.de/iek/iek-3/DE/\\_Documents/Downloads/transformationStrategies2050\\_studySummary\\_2019-10-31.pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.fz-juelich.de/iek/iek-3/DE/_Documents/Downloads/transformationStrategies2050_studySummary_2019-10-31.pdf.pdf?__blob=publicationFile) am 23.10.2020
- Rahmstorf, S. (2019). Wie viel CO<sub>2</sub> kann Deutschland noch ausstossen? *Scilogs.Spektrum.De*, 2020. Abgerufen von <https://scilogs.spektrum.de/kimalounge/wie-viel-co2-kann-deutschland-noch-ausstossen/> am 23.10.2020
- SRU. (2019). Für die Umsetzung ambitionierter Klimapolitik und Klimaschutzmaßnahmen. Abgerufen von [https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04\\_Stellungnahmen/2016\\_2020/2019\\_09\\_Brief\\_Klimakabinett.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2016_2020/2019_09_Brief_Klimakabinett.pdf?__blob=publicationFile&v=5) am 23.10.2020
- Umweltbundesamt. (2019). Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität. RESCUE-Studie. Abgerufen von [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/rescue\\_studie\\_cc\\_36-2019\\_wege\\_in\\_eine\\_ressourcenschonende\\_treibhausgasneutralitaet.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/rescue_studie_cc_36-2019_wege_in_eine_ressourcenschonende_treibhausgasneutralitaet.pdf) am 23.10.2020
- Wuppertal Institut. (2020). CO<sub>2</sub>-neutral bis 2035 : Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung, 1–113. Abgerufen von [https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/CO2-neutral\\_2035.pdf](https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/CO2-neutral_2035.pdf) am 23.10.2020