



# regenerative energy for metropolitan areas and cities

## reMAC ist ein Simulationsprogramm für Szenario-Workshops, bei denen die Energiezukunft von Städten geplant wird.

Die Städte führen dabei die Szenario-Workshops mit ihren **eigenen lokalen Daten** durch.

reMAC wurde seit 2011 in vielen Städten für Szenario-Workshops genutzt, u.a. in Hamburg, Wien, Paris, Turin, Madrid und Stockholm. Seit 2018 ist reMAC Bestandteil von Workshops im Rahmen der *Initiative Kommunaler Klimaschutz* des Bundesumweltministeriums (seit 2022 des Wirtschaftsministeriums), die vom deutschen Institut für Urbanistik (DiFU) durchgeführt werden.

### Was ist ein Szenario?

reMAC konzentriert sich auf den **Verbrauch von elektrischer und nicht-elektrischer Energie** in Städten.

Annahmen können getroffen werden zum **elektrischen und nicht-elektrischen Energieverbrauch** in den Bereichen **private Haushalte, Dienstleistungen/Industrie** und **Verkehr**. Zudem können Rahmenbedingungen verändert werden wie der **Anteil nicht-fossiler Energien im Stromnetz**, der Anteil dieser Energien in der **Fernwärme** und die **Preisentwicklung bei fossilen Energien**.

### Was kann reMAC?

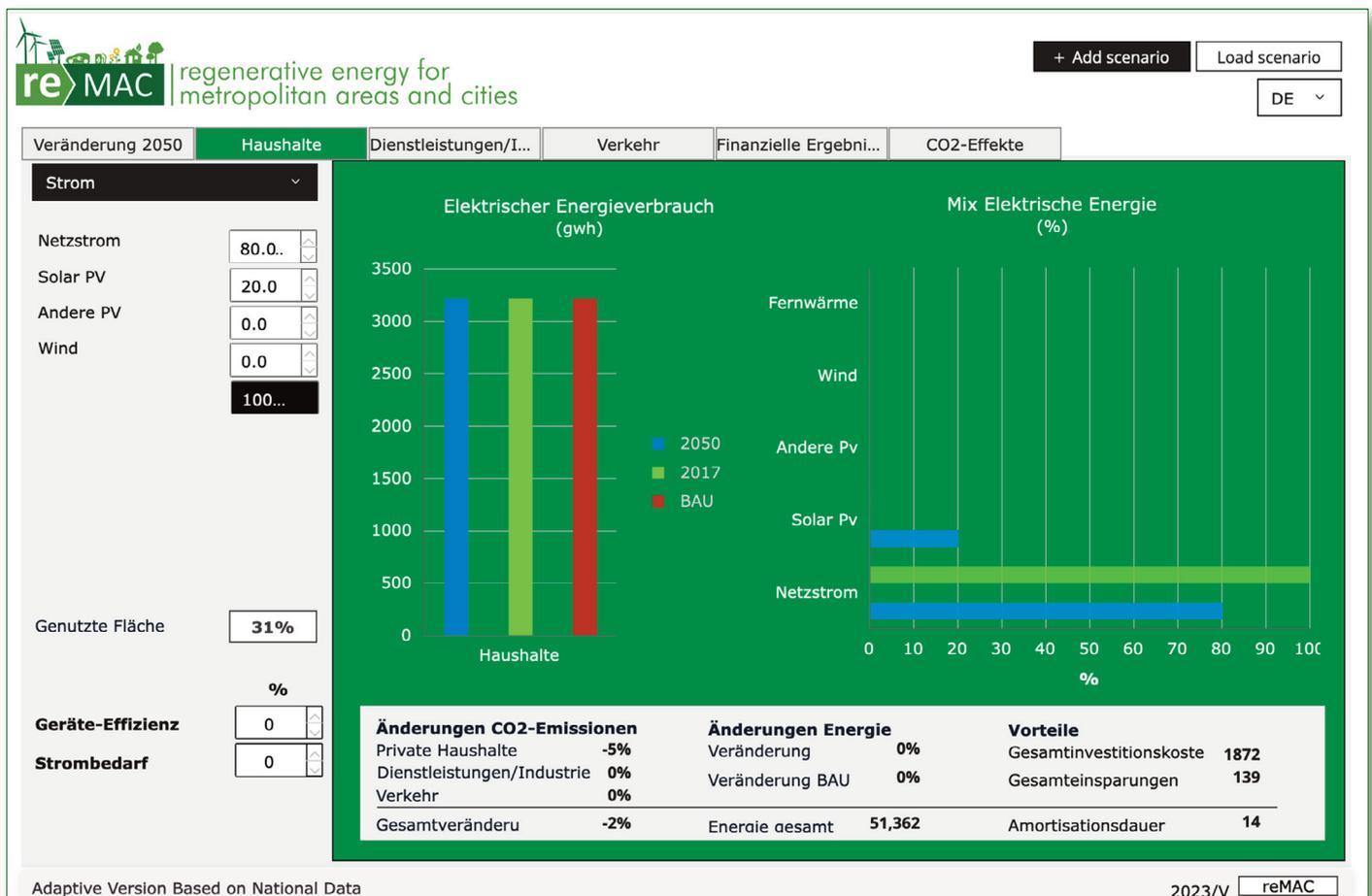
Bei jeder Maßnahme zeigt das Programm, wieviel **CO<sub>2</sub> eingespart** wird und wie lang die **Amortisationszeit** ist.

**Beispiel:** Die Teilnehmer nehmen an, im Jahre 2050 hätten **20% der Häuser** der Stadt **Photovoltaik** auf dem Dach.

reMAC zeigt

- dass damit **30% der verfügbaren Dachflächen** genutzt werden.
- dass die **CO<sub>2</sub>-Einsparung** bei den privaten Haushalten **5%** beträgt, was über alle Sektoren **-1%** bedeutet.
- dass die Amortisationszeit **14 Jahre** beträgt.

Wenn man zusätzlich annimmt, dass die **Preise für Photovoltaik um 20%** sinken und die fossilen Energiepreise **um 30% steigen**, verkürzt sich die Amortisationszeit auf **9 Jahre**.



# Die adaptive reMAC-Version

Die **adaptive reMAC-Version** erlaubt es allen Städten, eigene Szenarios auf der Basis ihrer lokalen Daten durchzuführen. Im Programm sind die **nationalen Verbrauchsdaten** hinterlegt. Die Bereiche Dienstleistungen und Industrie werden dabei zusammengefasst.

Zu Beginn des Szenarios oder auch vorher werden die jeweiligen verfügbaren lokalen Daten eingegeben: **Bevölkerungszahl, Zahl der Haushalte und Mix der Verbrauchssektoren**. Diese Daten sind in den Verwaltungen der Städte in der Regel leicht einholbar.

Zusätzlich können folgende **lokale ökonomisch-geographischen Daten** eingegeben werden:

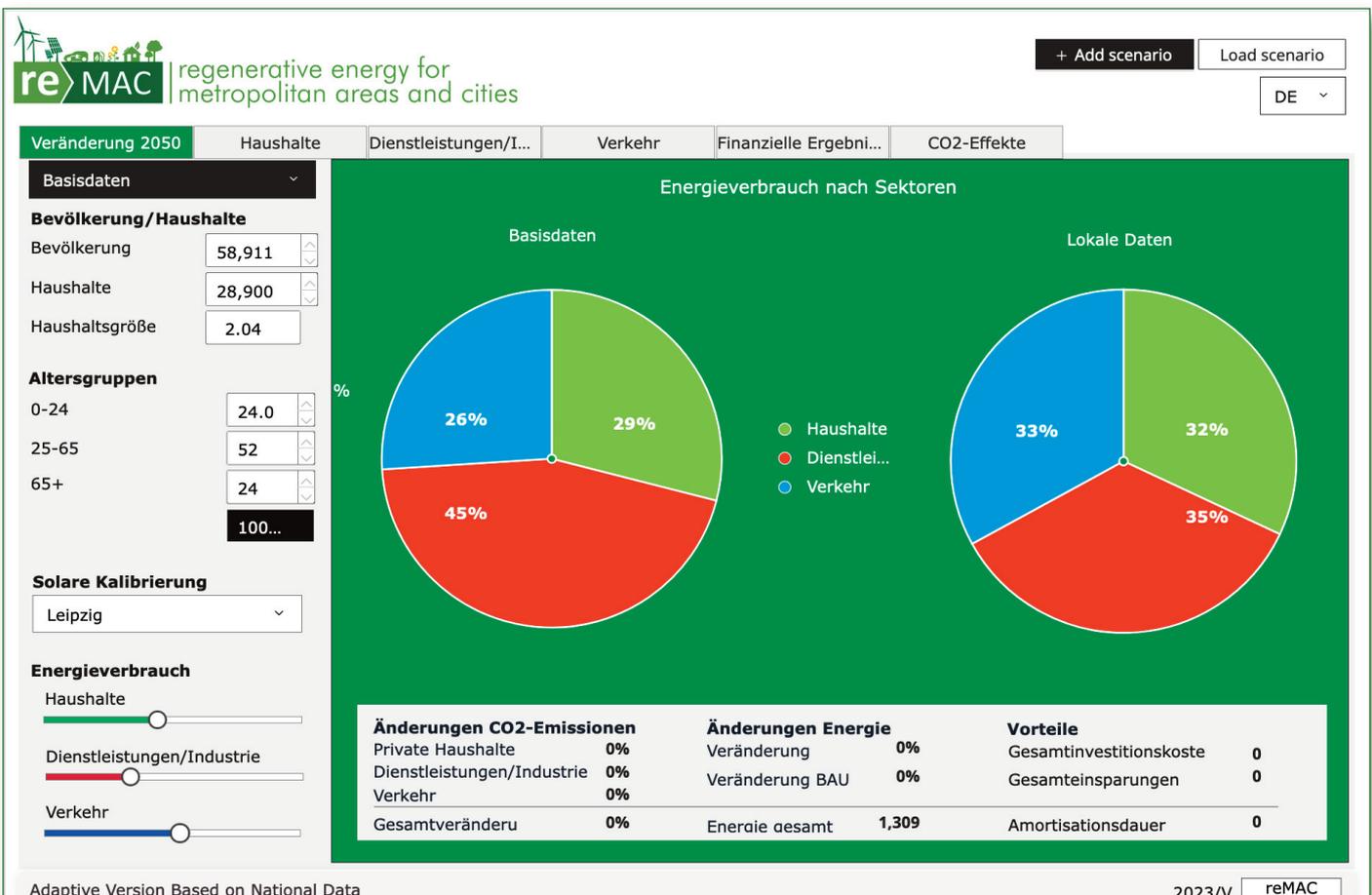
- Geographische **Sonnenscheindauer**, dabei kann man zwischen 10 Städten von Hamburg bis München auswählen
- Verteilung der **Altersgruppen**, sofern sie vom nationalen Durchschnitt abweicht, etwa in Universitätsstädten mit einem höheren Anteil der Altersgruppe 0-24 Jahre.
- **Gebäudestruktur**, sofern sie vom nationalen Durchschnitt abweicht. Dort liegt der Anteil der Einzelhäuser bei 22%. In Städten ist der Anteil oft geringer, das ändert die Emissionen, da Mehrfamilienhäuser energieeffizienter sind.
- **Verhältnis von Dienstleistungsbereich und Industrie** (national: 69% zu 31%). Je höher der Industrieanteil, desto höher die Emissionen.
- **Beschäftigungsrate**, auf nationaler Ebene 69%. Abweichungen verändern die CO<sub>2</sub>-Bilanz.

So entsteht die Datenbasis für ein **lokales Szenario**.

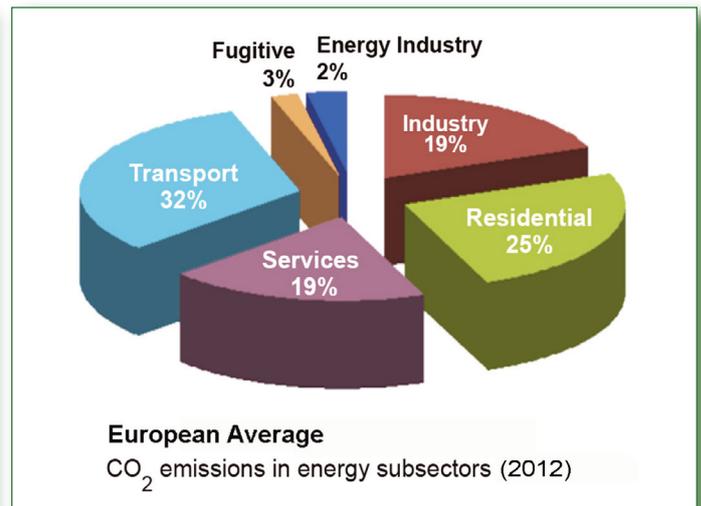
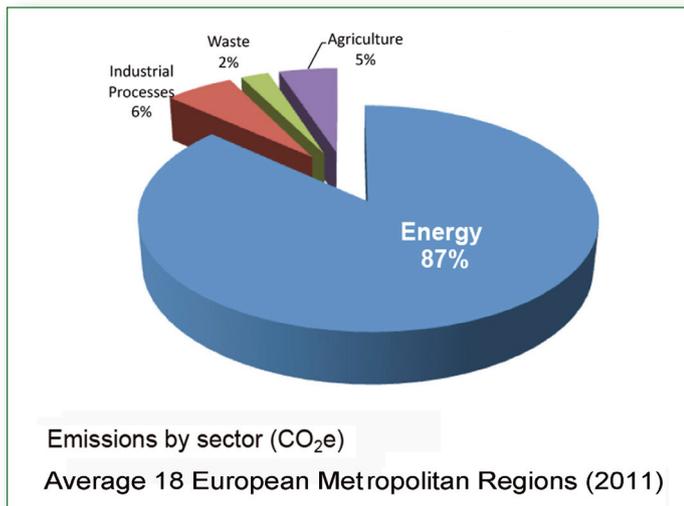
Daher können mit einer einzigen **nationalen Basisversion von reMAC lokale Szenario-Workshops in einer unbegrenzten Zahl von Städten** eingesetzt werden. reMAC kann ebenfalls als bewusstseinsbildendes Instrument in Schulen, Hochschulen und Fortbildungsveranstaltungen aller Art genutzt werden.

Im unteren **Beispiel** hat die Stadt 58.911 Einwohner, und die Zahl der Haushalte beträgt 28.900. Die Anzahl der Personen pro Haushalt ist mit 2.04 höher als im nationalen Durchschnitt (1.72). Der Anteil der privaten Haushalte liegt anders als beim nationalen Wert bei 32% und der von Dienstleistungen/Industrie bei 35% und der Anteil des Verkehrs am Energieverbrauch bei 33%.

Mit der Nutzung dieser lokalen Daten erzielt der Szenario-Workshop genauere Ergebnisse für die Stadt, als wenn mit den nationalen Daten gearbeitet würde.



# Häufige Fragen zu reMAC



## Warum Konzentration auf den Energieverbrauch?

CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen in vier Bereichen: in der *Landwirtschaft*, bei der *Müllverwertung*, bei *industriellen Prozessen* und vor allem beim *Energieverbrauch*. Mit industriellen Prozessen sind die durch chemische Reaktionen freigesetzten Emissionen gemeint, nicht die dabei verbrauchte Energie. Auf globaler Ebene sorgt der Verbrauch von elektrischer und nicht-elektrischer Energie für 75% aller CO<sub>2</sub>-Emissionen. In der EU beträgt der Anteil des Energieverbrauchs 80% aller Emissionen.

## Warum Workshops in Städten?

In Metropolregionen und Städten ist der Energieverbrauch für 85% bis 90% aller CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich, da es weniger Landwirtschaft und Schwerindustrie gibt. Andererseits sind es die Städte, welche die nationalen und internationalen Klimaschutzvorgaben konkret umsetzen sollen und müssen. reMAC wurde für den Einsatz in Städten und Metropolregionen entwickelt. Szenario-Workshops konzentrieren sich daher auf Veränderungen des Verbrauches von elektrischer und nicht-elektrischer Energie.

## Welche Verbrauchssektoren gibt es?

Gemäß UN-Standards werden in nationalen, regionalen und lokalen Energiebilanzen die Verbrauchssektoren *private Haushalte*, *Dienstleistungen*, *Industrie* und *Verkehr* unterschieden. Häufig werden Dienstleistungen und Industrie gemeinsam gerechnet.

Im europäischen Durchschnitt hat der *Verkehr* mit 32% den höchsten Anteil an den CO<sub>2</sub>-Emissionen. Auf die *privaten Haushalte* entfallen 25%, auf den *Dienstleistungsbereich* und die *Industrie* jeweils 19% also zusammen 38%. Die fehlenden Prozentpunkte entfallen auf Leitungsverluste (Fugitives, 3%) und Energieindustrie (2%).

In Deutschland verteilen sich die Verbrauchssektoren nach den letzten verfügbaren Daten (2021) folgendermaßen: *private Haushalte* 29%, *Verkehr* 26% und *Dienstleistungen/Industrie* zusammengerechnet 45%.

## Wie kommen die Daten in reMAC?

Die Emissionsfaktoren sind nach IPCC-Standards hinterlegt. Die nationalen Energieversorgungsdaten und die Verteilung der Verbrauchssektoren wurden auf der Basis von 2020 eingespeist. Zur Berechnung der Investitionskosten und der Amortisationsdauer wurden die durchschnittlichen europäischen Installationskosten für erneuerbare Energien eingespeist. Im Verlaufe des Szenarios können die Preise verändert werden.

Die regionalen Daten für die adaptive Version von reMAC werden zu Beginn des Workshops eingegeben. Die Städte verfügen über alle nötigen Daten wie Energiemix, Bevölkerungszahl und Zahl der Haushalte, Gebäudestruktur, Altersstruktur und Verhältnis der Anteile von Industrie und Dienstleistungen.

## Ist reMAC wissenschaftlich evaluiert?

Professor Dr. mult. Walter Leal hat reMAC evaluiert und empfiehlt dessen Nutzung: „Klimawandel ist ein Problem globaler Dimension, aber mit lokalen Implikationen. reMAC ist ein Tool, das für Städte und Regionen weltweit von großem Nutzen sein wird, denn es hilft ihnen, auf dem Weg zur regenerativen Stadt kosteneffektive und schnell greifende Lösungen zu finden.“

Prof. Leal lehrt an der Hamburger Hochschule für Angewandte Wissenschaften und an der Manchester Metropolitan University. Er ist Berichterstatter der Working Group II (Impacts, Adaptation and Vulnerability) beim Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).