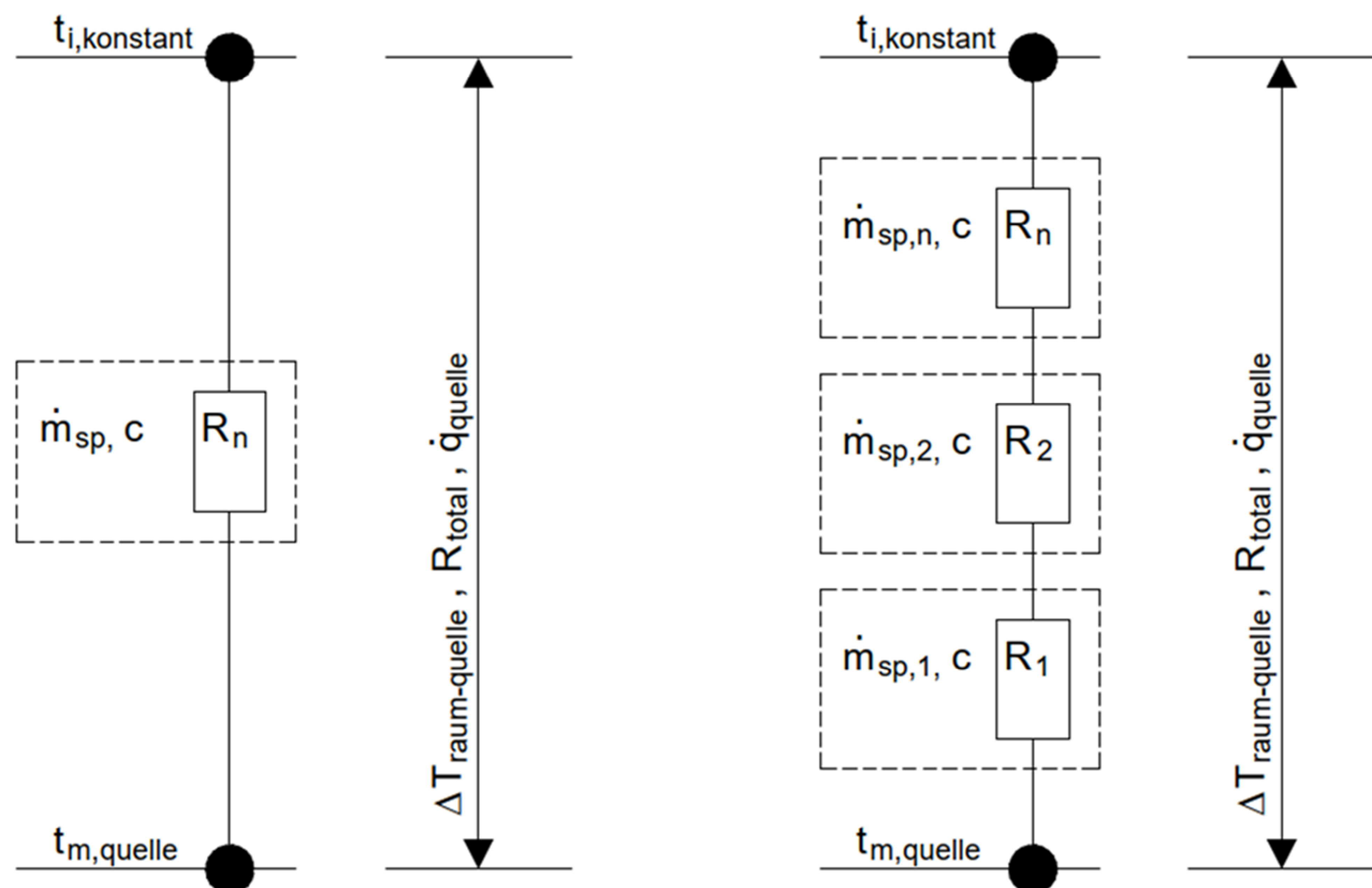


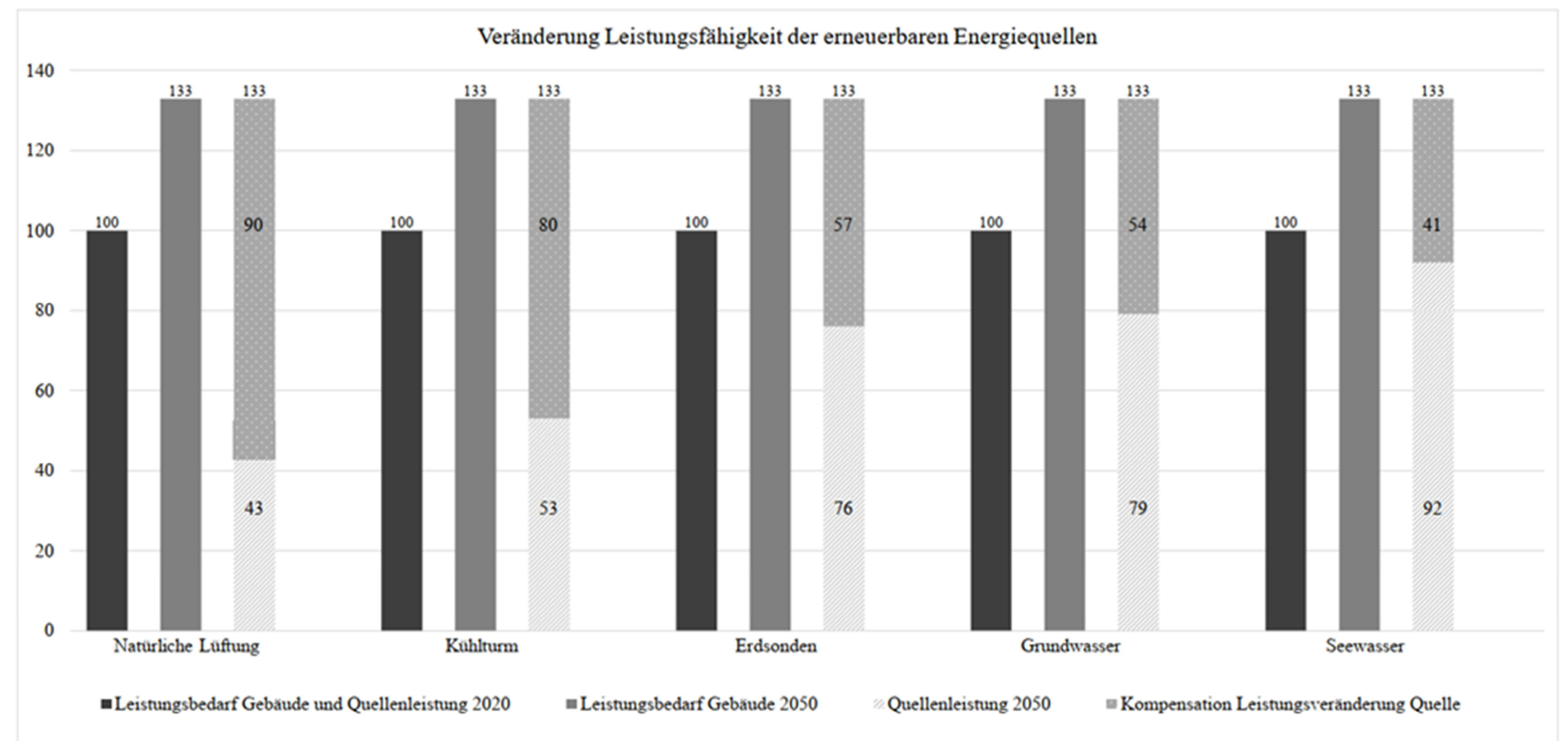
## Veränderung der Leistungsfähigkeit von erneuerbaren Energiequellen durch den Einfluss des Klimawandels

### Widerstandsmodelle



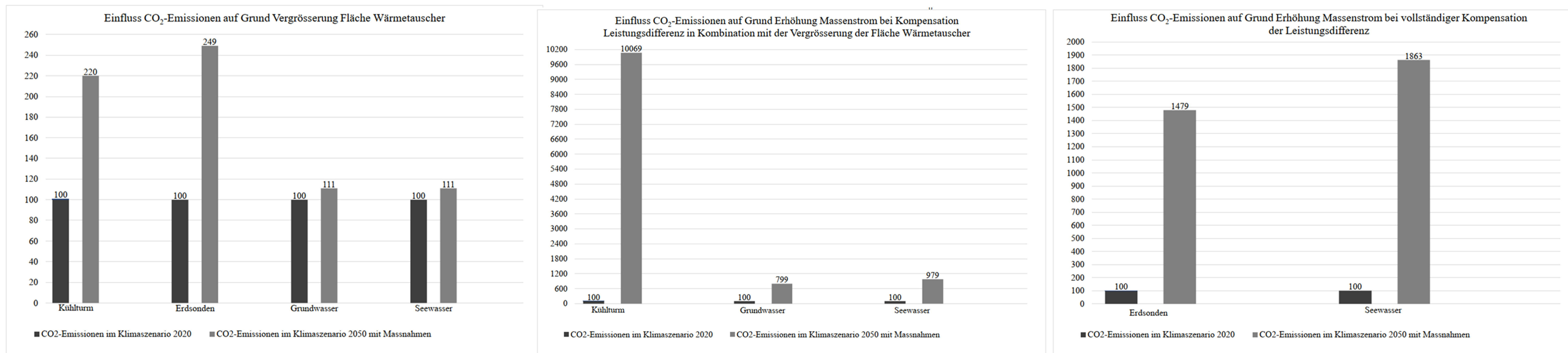
Zur Berechnung der Leistungsänderung werden die Modelle je nach Energiequelle entweder im direkten oder indirekten Free-Cooling Betrieb betrachtet. Die Abbildung zeigt links ein Widerstandsmodell mit direktem Free-Cooling Betrieb und einem einzelnen Wärmeübertrager, das Widerstandsmodell rechts bildet einen indirekten Free-Cooling Betrieb mit mindestens zwei Wärmeüberträgern ab.

### Ergebnisse Leistungsänderung Quelle / Gebäude



Die Säule «Leistungsbedarf Gebäude und Quellenleistung 2020» zeigt den Leistungsbedarf des Gebäudes im Klimaszenario 2020. Es wird davon ausgegangen, dass die Quelle den Kühlleistungsbedarf des Gebäudes im Klimaszenario 2020 vollständig abdecken kann. Die Säule «Leistungsbedarf Gebäude 2050» zeigt den Kühlleistungsbedarf des Gebäudes im Klimaszenario 2050. Die Säule «Quellenleistung 2050» zeigt die Leistung der Quelle im Klimaszenario 2050 basierend auf der veränderten Quelltemperatur und den Widerstandsmodellen. Die Säule «Kompensation Leistungsänderung Quelle» zeigt die Leistung, welche durch die Quelle und das Gebäude für das Klimaszenario 2050 kompensiert werden muss.

### Ergebnisse Einfluss CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Grund der getroffenen Massnahmen zur Kompensation der Leistungsdifferenz



Nicht aufgeführte Kühlquellen weisen darauf hin, dass die Kompensation der Quelle nicht möglich oder (in Kombination) nicht notwendig ist. Eine allfällige Kombination der Massnahmen bei nicht aufgeführten Quellen und deren Auswirkungen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen wäre in einer vertieften Betrachtung vorzunehmen.

### Ausgangslage

Hervorgerufen durch die veränderten Temperaturen im Zusammenhang mit dem Klimawandel steigt der Leistungsbedarf aus erneuerbaren Kühlquellen. Gleichzeitig erwärmen sich die erneuerbaren Kühlquellen durch den Klimawandel selbst. Die negativen Effekte verstärken sich folglich gegenseitig. Die Bachelorthesis untersucht die mutmasslichen Leistungsänderungen von erneuerbaren Energiequellen (Aussenluft, Hydrologie, Geothermie) im Free-Cooling Betrieb sowie den veränderten Kühlleistungsbedarf von Gebäuden für die zwei Klimaszenarien 2020 und 2050. Repräsentativ für das Schweizer Mittelland basieren die Untersuchungen auf dem Standort der

Klimastation Zürich MeteoSchweiz im RCP-Szenario 8.5. Die untersuchten erneuerbaren Kühlquellen sind die natürliche Lüftung, Kühltürme, Erdsondenfelder sowie Grund- und Seewassernutzungen.

### Methode

Zur Untersuchung der Leistungsänderungen der Kühlquellen wurden Widerstandsmodelle entwickelt, welche aus der Elektrotechnik auf thermodynamische Prozesse adaptiert sind. Die einzelnen Widerstände sind alle zwischen der Temperatur der Quelle und der operativen Temperatur (Raumtemperatur) eingebettet. Das Ziel der Widerstandsmodelle ist die mathematische Herleitung einfacher Methoden zur Berechnung der Wärmeübertragung im System, um

so unter geringen Einschränkungen eine stationäre Wärmeleitung darzustellen. Für die mutmassliche Leistungsänderung auf der Gebäudeseite wurden thermische Gebäudesimulationen durchgeführt.

Die Resultate der Untersuchungen bilden die Grundlage zur Definition von Massnahmen, welche die Leistungsdifferenz zwischen der Energiequelle und dem Gebäude für das Klimaszenario 2050 kompensieren könnten. Durch das Aufzeigen der Folgen dieser Massnahmen in Bezug auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen können jene klassifiziert und es kann eine qualitative Aussage getroffen werden, zu welchem Grad die jeweiligen Quellen im Klimaszenario 2050 noch sinnvoll sind.

### Ergebnisse

Bezogen auf die Kühlquellen weist die Quelle Seewasser bis in das Klimaszenario 2050 die geringste und die Quelle natürliche Lüftung die grösste Leistungsänderung auf. Die Untersuchungen auf der Gebäudeseite auf Grund der angestellten thermischen Simulationen zeigen, dass mit einer Zunahme des Kühlleistungsbedarfs von 33% zu rechnen ist, wenn keine zusätzlichen Massnahmen ergriffen werden. Mit Massnahmen kann der Mehrleistungsbedarf auf 14% reduziert werden.

Wechsler Elias  
Karagülle Yakub

Betreuer:  
Markus Koschenz  
Leonardo Montali