

sia

schweizerischer ingenieur- und architektenverein
société suisse des ingénieurs et des architectes
società svizzera degli ingegneri e degli architetti
swiss society of engineers and architects



**Kanton Zürich
Baudirektion**

HSLU Hochschule
Luzern



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

**Bundesamt für Meteorologie und
Klimatologie MeteoSchweiz**

Bundesamt für Umwelt BAFU

Anwendungsempfehlung zu den stündlichen Klimadatensätzen für die Zukunft in Ergänzung zu SIA 2028

Unterstützt durch MeteoSchweiz, das Bundesamt für Umwelt (BAFU), die Baudirektion Kanton Zürich, die Hochschule Luzern (HSLU) und den Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein (SIA).

1 Warum alternative Daten für die Simulation des Raumklimas?

Gebäude, die heute geplant werden, sind auch dem Klima der Zukunft ausgesetzt. Die Klimaszenarien für die Schweiz (CH2018) zeigen mögliche Zukunftsszenarien auf. Basierend auf diesen Szenarien wurden physikalisch konsistente stündliche Datensätze für die Raumklimasimulationen entwickelt und werden hier den Planenden zur Verfügung gestellt.

Mit der Anwendung dieser Datensätze leisten Planende einen wichtigen Beitrag, um Beeinträchtigungen des Komforts und Leistungsfähigkeit der Benutzer zu reduzieren.

2 Überblick über die verfügbaren Daten

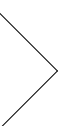
Dateitypen	Zeiträume	Emissions-szenario	Stationen Umland	Zusätzliche Stationen Innen-stadt
DRY	2020 – 2049 («2035»)	RCP8.5	40 Stationen gemäss SIA 2028 plus Zürich / Affoltern	Basel, Bern, Lausanne, Zürich
	2045 – 2074 («2060»)	RCP2.6		
		RCP8.5		
1 in 10	2020 – 2049 («2035»)	RCP8.5		
	2045 – 2074 («2060»)	RCP2.6		
		RCP8.5		

Die Daten können hier heruntergeladen werden.

2.1 Charakterisierung der Referenzjahre

Design Referenz Year (kurz «DRY»): Mittleres Referenzjahr der Zukunft, ermittelt durch statistische Auswertung der verfügbaren Modellketten aus CH2018 für jedes Emissionsszenario (RCP2.6 und RCP8.5) und jeden Zeitraum («2035» und «2060»), zusammengesetzt aus Kalendermonaten (analog DRY für historische Daten gemäss SIA 2028). Kriterien für die Auswahl: Lufttemperatur, rel. Feuchte, Strahlung, Länge der Hitzeperioden; für Stadtstationen zusätzlich: Anzahl Tropennächte.

«1 in 10 warmer Sommer» (kurz «1 in 10»): Sommerhalbjahr (16. April bis 15. Oktober) mit einer Auftretenshäufigkeit von 1 Mal in 10 Jahren, ermittelt durch statistische Auswertung der verfügbaren Modellketten aus CH2018 für den Sommer, zusammengesetzt aus dem gewählten Sommerhalbjahr kombiniert mit Winterhalbjahr aus DRY. Kriterien für die Auswahl: Temperatur und Dauer von Hitzeperioden (Umland) sowie zusätzlich Anzahl Tropennächte (Stadt).



2.2 Strukturierung der Dateien

Die Dateien enthalten jeweils eine Spalte für das Jahr, den Monat, den Tag und die Stunde der Datumsangabe (time.yy, time.mm, dime.dd, time.hh). Eine Übersicht über die Parameter der Datenlieferung gibt folgende Tabelle:

Parametername	Bedeutung	Einheit	Zeitliche Auflösung
tre200h0	Lufttemperatur 2 m über Boden	°C	Stundenmittel
ure200h0	Relative Luftfeuchte	%	Stundenmittel
fkl010h0	Windgeschwindigkeit, Mittel	m s ⁻¹	Stundenmittel
fkl010h1	Windgeschwindigkeit, Böenspitze	m s ⁻¹	Momentanwert, Sekundenböe
dkl010h0	Windrichtung	Grad	Stundenmittel
skycover	Bewölkung	%	Momentanwerte, linear interpoliert
gls	Globalstrahlung horizontal	W m ⁻²	Stundenmittel
str.diffus	Diffuse Strahlung horizontal	W m ⁻²	Stundenmittel
str.direkt	Direktstrahlung normal (Beam)	W m ⁻²	Stundenmittel

Die Dateien enthalten 365 x 24 Einträge pro Parameter für jede Stunde und jeden Tag eines Jahres. Die erste Zeile ist eine Kopfzeile und enthält die Bezeichnungen für die Variablen.

2.3 Begründung der Auswahl der Daten

2.3.1 Allgemein

Es wurde versucht, Anzahl Referenzjahre pro Station so klein als möglich zu halten, um die Wahl der geeigneten Daten für bestimmte Planungsaufgaben für die Planenden überblickbar zu machen. Ein detaillierter Beschrieb der bereitgestellten Daten befindet sich in [2].

2.3.2 Dateitypen (Referenzjahre)

Für jede Kombination von Zeithorizont und Emissionsszenario wird ein typisches Jahr (Design Reference Year, «DRY») sowie ein «1 in 10» warmer Sommer generiert. Der Typ «1 in 10 warmer Sommer», mit einer prognostizierten Auftretenshäufigkeit der sommerlichen Temperatur und Länge von Hitzeperioden von 1 Mal in 10 Jahren, wurde als Referenz für einen aussergewöhnlichen Sommer gewählt. Seltener Auftretenshäufigkeiten lassen sich mit der verwendeten Methode nicht bereitstellen. Diese benötigen weitere Forschung. Zudem ist einmal in 10 Jahren z.B. in der Gebäudetechnik eine passende Auftretenshäufigkeit, weil sie sicherstellt, dass die entsprechenden Anlagen während ihrer Lebensdauer diesem aussergewöhnlichen Ereignis auch tatsächlich einmal ausgesetzt sind.

2.3.3 Zeiträume

- Der Zeitraum **in naher Zukunft um 2035 (2020-2049) (kurz «2035»)** ist geeignet, um die Auswirkungen von Planungsentscheiden zu ermitteln, die innerhalb eines Zeitraums von 15-20 Jahren nicht mehr geändert werden (können), also typischerweise Investitionen im Gebäudetechnikbereich mit entsprechender Lebensdauer.
- Der Zeitraum **Mitte des Jahrhunderts um 2060 (2045-2074) (kurz «2060»)** ist gedacht, um die Planungsentscheide zu bewerten, die Auswirkungen über einen längeren Zeitraum von 30 bis 50 Jahren bewirken, typischerweise bezüglich Gebäudeteilen mit entsprechender Lebensdauer wie Gebäudehülle und deren Komponenten.
- Planungsentscheide mit längeren zeitlichen Auswirkungen betreffen insbesondere die Primärstruktur (Tragwerk). Diese können zwar auch Auswirkungen auf das thermische Verhalten von Gebäuden haben, insbesondere durch das Vorhandensein von Speichermasse. Allerdings gibt es andere, gewichtige Auswirkungen solcher Planungsentscheide wie z.B. die Umwelteinwirkungen der Erstellung. Ausserdem können die Auswirkungen auf das Innenraumklima oft durch Massnahmen mit kürzerer Lebensdauer beeinflusst werden (An-/Abkopplung der Speichermasse durch Einbauten wie abgehängte Decken, Doppelböden etc.).

2.3.4 Emissionsszenarien

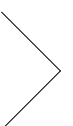
Beim Zeitraum «2035» wurde darauf verzichtet, Daten für mehrere Emissionsszenarien zur Verfügung zu stellen, weil sich die Temperaturentwicklung in den verschiedenen Szenarien in diesem Zeitraum kaum unterscheidet. Es wurde nur das Szenario RCP8.5 aufbereitet.

Beim Zeitraum «2060» wurden, zwecks Eingabelung des möglichen Bereichs, die beiden Extrema der Szenarien, konsequenter Klimaschutz (RCP2.6) und kein Klimaschutz (RCP8.5), aufbereitet.

2.4 Hinweis zur Verwendung der Stadtstationen

Bei den Daten der innerstädtischen Stationen wurde sowohl die Lufttemperatur auf Grund des Hitzeinseleffekts als auch die relative Feuchtigkeit aus der innerstädtischen Messung **mit den Werten für solare Strahlung sowie Windgeschwindigkeit und -richtung aus der zugehörigen Umlandstation kombiniert**. Dies aus dem Grund, dass letztgenannte Grössen sich sehr kleinräumig auf Grund der Topographie und insbesondere der Bebauung ändern können, bei der solaren Einstrahlung zum Beispiel durch Verschattung bzw. Reflexion, beim Wind durch Abschirmung und Kanalisierung.

Solche Effekte sind in den angewandten Tools zu berücksichtigen, was häufig ohne weiteres möglich ist (z.B. Verschattung). Nötigenfalls ist ein Zwischenschritt mit einem zusätzlichen Tool vorzusehen (z.B. Strömungssimulation mittels Quartier-/Stadtmodell für Windeffekte).



3 Konkrete Empfehlungen für die Anwendung der Daten

Anwendungsfall		Kriterien	Zeitraum / Szenario / Dateityp						
			Gegenwart (SIA 2028)	«2035» RCP8.5		«2060» RCP2.6		«2060» RCP8.5	
				DRY	1 in 10	DRY	1 in 10	DRY	1 in 10
Nachweis sommerlicher Wärmeschutz, SIA 180:2014	Nachweis	Einhaltung Grenzkurve				X		X	
	Überprüfen der Auswirkungen	Überhitzungsstunden					X		X
Bedarfsermittlung für Kühlung, SIA 382/1 (ab Mitte 2022 SIA 380/2)	Nachweis		x						
	Überprüfen der Auswirkungen	Überhitzungsstunden			x				
								x	
Auslegung Gebäudetechnik heizen	Auslegung	Leistungsbedarf	x						
	Überprüfen der Auswirkungen	Energie, Teillastverhalten		x					
Auslegung Gebäudetechnik kühlen	Auslegung	Leistungsbedarf		x					
		Überhitzungsstunden			x				
	Überprüfen der Auswirkungen	Platzbedarf						x	

Lesebeispiel: Der sommerliche Wärmeschutz nach SIA 180:2014 soll zwecks Eingabelung des möglichen Bereichs mit den DRY-Referenzjahren der Szenarien RCP 2.6 und 8.5 für den Zeitraum 2060 erfüllt werden. Die Auswirkungen (Überschreitung der Grenzkurve) können mit den Referenzjahren «1 in 10» der beiden Szenarien überprüft werden.

Stadtstationen: Diese Daten sind dann zu verwenden, wenn auf Grund der Dichte der vorhandenen oder geplanten Bebauung des Standorts ein Hitzeinseleffekt zu erwarten ist. Die geografische Nähe zur entsprechenden Messstation spielt dabei eine untergeordnete Rolle.

Diese Empfehlungen stützen sich zurzeit noch nicht auf gültige SIA-Normen. Dies wird im Laufe von deren Revisionen künftig schrittweise eingeführt. Die in den Normen enthaltenen vereinfachten Verfahren stützen sich auf die historischen Daten und sind damit nicht abgedeckt.



4 Aus den Testsimulationen abgeleitete Erkenntnisse

4.1 Allgemein

Der thermische Komfort – und damit die Aufenthaltsqualität und die Leistungsfähigkeit – der Benutzerinnen und Benutzer stand bei den nachfolgenden Feststellungen zu den zu Grunde liegenden Simulationen im Vordergrund. Für detailliertere Informationen dazu siehe [1].

4.2 Wohngebäude

Im Umlandbereich des Schweizer Mittellandes können bei Wohngebäuden in typischen Jahren die Überhitzungsstunden ohne Kühlung mit geeigneten Massnahmen (optimaler Sonnenschutz und insbesondere Nachtauskühlung durch natürliche Lüftung) auch künftig im tolerierbaren Bereich gehalten werden. In einzelnen, exponierten Räumen kann es zu höheren Temperaturen kommen.

Bei Gebäuden, welche der Architektur des Beispielobjektes entsprechen, reichen im innerstädtischen Bereich mit potenziellem Hitzeinseleffekt solche Betriebsstrategien in der Regel nicht aus. Wenn die Gebäude nicht dem künftigen Klima angepasst geplant werden (d.h. insbesondere kleinere Fensteranteile), muss eine aktive Kühlung (Bedingungen siehe unten) vorgesehen bzw. es müssen die für eine Nachrüstung notwendigen Vorkehrungen getroffen werden.

Für aussergewöhnliche Sommerhalbjahre mit Auftretenshäufigkeit 1 Mal in 10 Jahren gilt obige Feststellung nicht. Die Überhitzungsstunden überschreiten die tolerierbare Grenze. Ohne aktive Kühlung wird es – wie bereits heute – auch im Umland Jahre mit zu hohen Raumtemperaturen geben.

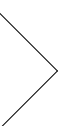
Bei Wohngebäuden in der untersuchten Bauweise sind in den Niederungen der Alpensüdseite die heute gültigen Komfortanforderungen ohne Kühlung nicht erfüllbar.

An höher gelegenen, alpinen Standorten können die Komfortanforderungen in Wohngebäuden auch künftig ohne aktive Kühlung eingehalten werden, selbst in aussergewöhnlichen Sommerhalbjahren.

In Zukunft sollte beim Planen parallel zum Heizfall auch der Sommerfall untersucht und eine Kühlung diskutiert werden. Eine aktive Kühlung erachten wir unter bestimmten Voraussetzungen als unkritisch bzw. teilweise wünschenswert, im innerstädtischen Bereich als notwendig:

- Gleichzeitige Verwendung bestehender Technik (Fussbodenheizung, Erdsonden, evtl. Wärmepumpen) für die Kühlung (mit entsprechender begrenzter Leistung);
- Grösstmögliche Nutzung der bei der Kühlung anfallenden Abwärme (Warmwasservorwärmung, Regeneration von Erdsonden etc.);
- Gleichzeitige Stromerzeugung mittels Photovoltaik am Objekt bzw. auf dem Areal (Entschärfung der Netzbelastung infolge der Gleichzeitigkeit von PV-Stromerzeugung und Kühl-Nachfrage).

Wird eine Kühlung im Nachhinein geplant, ist oft ein zweites System notwendig und die Nutzung der Abwärme aufwändig. Die Regeneration von Erdsonden bei hoher Sondendichte ist ohnehin notwendig und führt zu einer Verminderung des Heizenergiebedarfs im Winter. Generell sollte mit dem erweiterten Fokus auf der Kühlung der Verbreitung von unkontrolliert durch die Bewohnerinnen und Bewohner beschafften und betriebenen Klein-Klimageräten auf Grund von deren Ineffizienz entgegengewirkt werden. Innerstädtisch kann damit ein zusätzliches Aufheizen der Aussenluft durch deren Betrieb vermieden werden.



4.3 Bürogebäude

Typische Bürogebäude sind im Mittelland mit geeigneten Massnahmen (Sonnenschutz und insbesondere unbeschränkte Nachtauskühlung durch natürliche Lüftung) bereits heute an der Grenze der Nutzbarkeit ohne aktive Kühlung. Sie fallen mindestens in die Kategorie «Kühlung erwünscht» gemäss SIA 382/1 (künftig SIA 380/2). Folglich sind sie künftig selbst in typischen zu erwartenden Jahren nicht mehr ohne aktive Kühlung betreibbar. Die bei den Wohnbauten oben erwähnten Empfehlungen gelten soweit machbar auch hier.

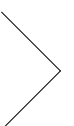
Bürogebäude sind künftig höchstens an höher gelegenen Standorten ohne aktive Kühlung möglich. In aussergewöhnlichen Sommerhalbjahren kommen sie selbst dort zumindest beim Szenario RCP 8.5 an die Grenze.

4.4 Schulgebäude

Schulgebäude sind unter der Voraussetzung der uneingeschränkten Umsetzbarkeit der Massnahmen (Sonnenschutz und insbesondere unbeschränkte Nachtauskühlung durch natürliche Lüftung) im Mittelland ohne aktive Kühlung betreib- und nutzbar. In extremen Sommerhalbjahren gibt es exponierte Räume, in denen eine Kühlung erwünscht ist. Ein wichtiger Einflussfaktor ist dabei die (in der Simulation, gemäss Standardnutzung nach SIA 2024) nicht vorhandene Nutzung während der Sommerferien (Juli). Da heute zu diesen Zeiten oft andere Nutzerinnen und Nutzer die Räume beanspruchen, ist diese Annahme im konkreten Projekt zu klären.

In der Praxis ergeben sich aber schon heute oft Überhitzungsprobleme in Schulen, da die unbeschränkte Nachtauskühlung in der Praxis oft nicht umgesetzt wird oder werden kann. Planende tun deshalb gut daran, gründlich zu hinterfragen, ob ein solches Konzept umsetzbar ist. Andernfalls muss der Einsatz einer aktiven Kühlung in Betracht gezogen werden.

Schulgebäude in den Niederungen der Alpensüdseite benötigen bereits heute eine aktive Kühlung, was sich künftig entsprechend akzentuieren wird. Höher gelegene Standorte sind unproblematisch.



5 Referenzen

- [1] *MeteoSchweiz, SIA und Hochschule Luzern, 2022: Klimaszenarien fürs zukünftige Innenraumklima (SIA 2028) – Schlussbericht der Projekte «Klimaangepasstes Bauen – Grundlagen für die Zukunft» und A.15 «Aktuelle Klimadaten für Bauplanende» Fachbericht MeteoSchweiz, 279, 124 pp.*
- [2] *MeteoSchweiz, 2022: Klimaszenarien fürs zukünftige Innenraumklima (SIA 2028) – Beschrieb der stündlichen Klimadatenätze für die Zukunft in Ergänzung zu SIA 2028*

Daten und Hintergrundinformationen

www.sia.ch/innenraumklima

Fragen zu den Anwendungsempfehlungen:
n-o@sia.ch

Fragen zu Daten:
klimainformation@meteoswiss.ch

Das Projekt ist Teil folgender Programme:

Pilotprogramm zur Anpassung an den Klimawandel (2018-2022) – A.15 Aktuelle Klimadaten für Bauplanende (SIA, BAFU, HSLU)

Ein Projekt im Rahmen des Pilotprogramms Anpassung an den Klimawandel, unterstützt durch das Bundesamt für Umwelt. Klimawandel im Kanton Zürich – Massnahmenplan Anpassung an den Klimawandel (2018) – K5 Informationsprogramm zu klimaangepasster Gebäudegestaltung und -technik; Baudirektion Kanton Zürich (MeteoSchweiz, BAFU, Kanton Zürich, SIA)