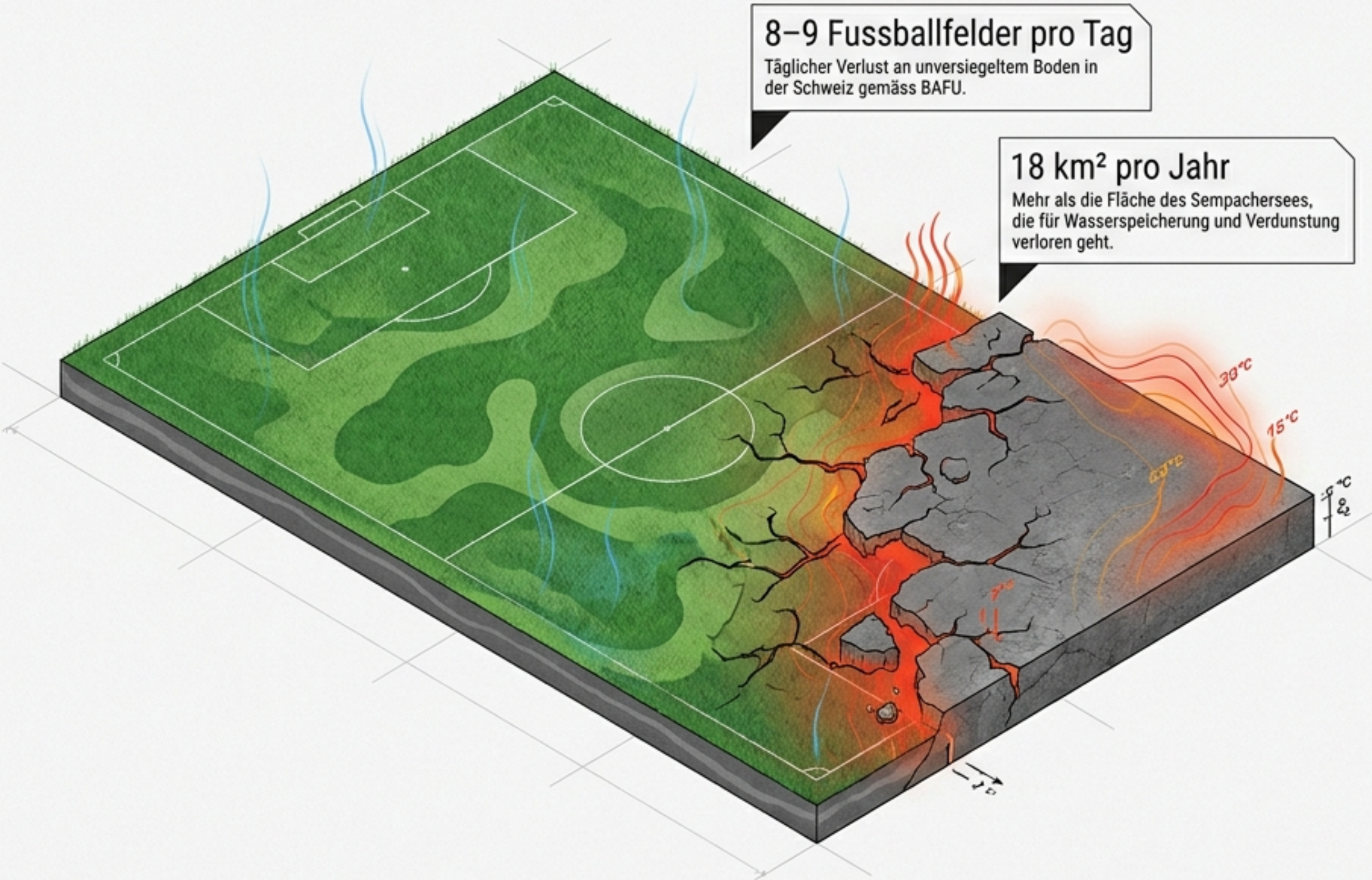


Stadtklima & Hitzeinseln: Der thermische Bauplan der Schweiz

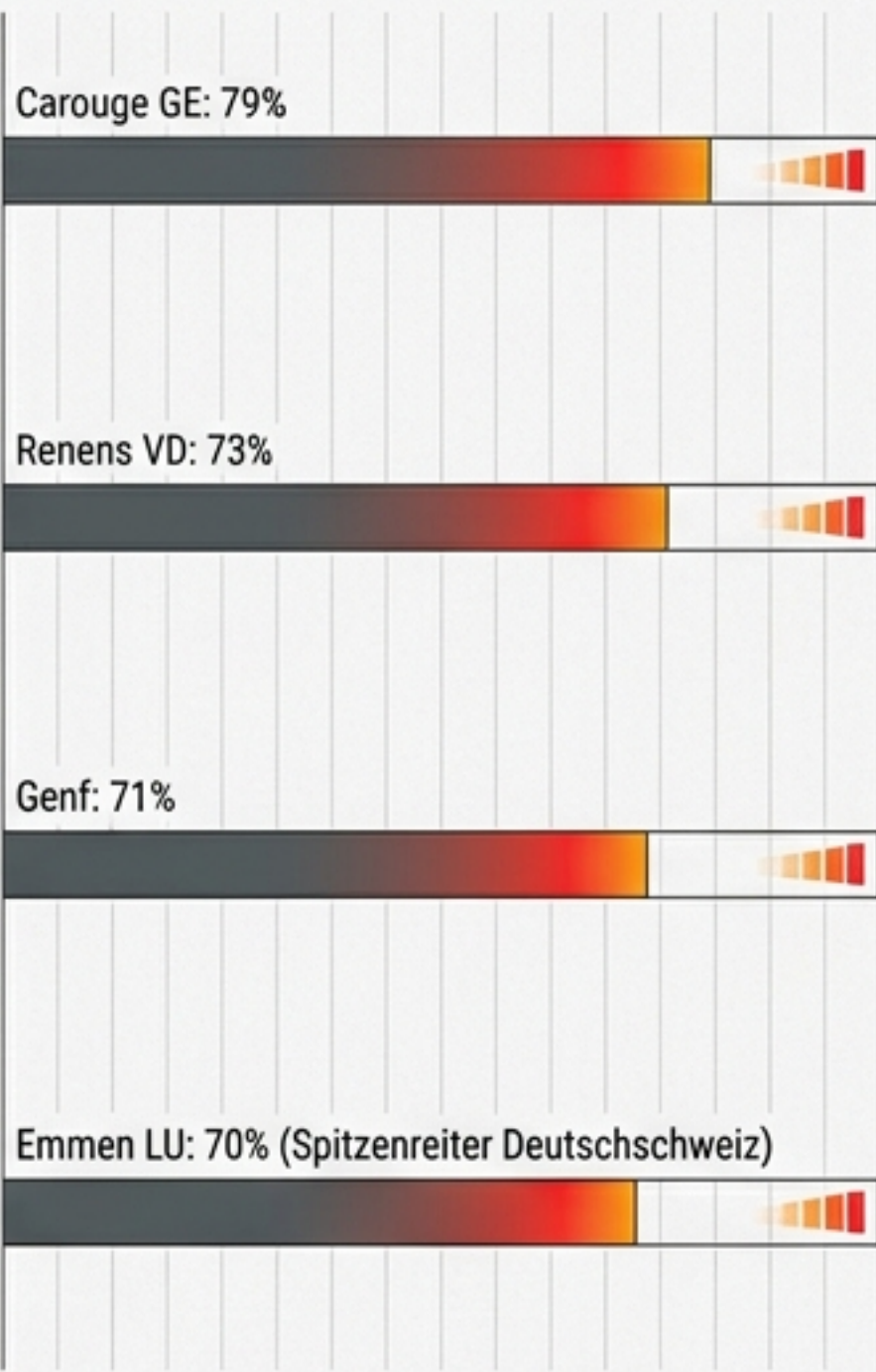
Diagnose, physikalische Modellierung und datenbasierte Lösungen für die urbanen Räume von morgen.



Bodenversiegelung: Verlust der natürlichen Kühlung



Die Spitzenreiter der Versiegelung



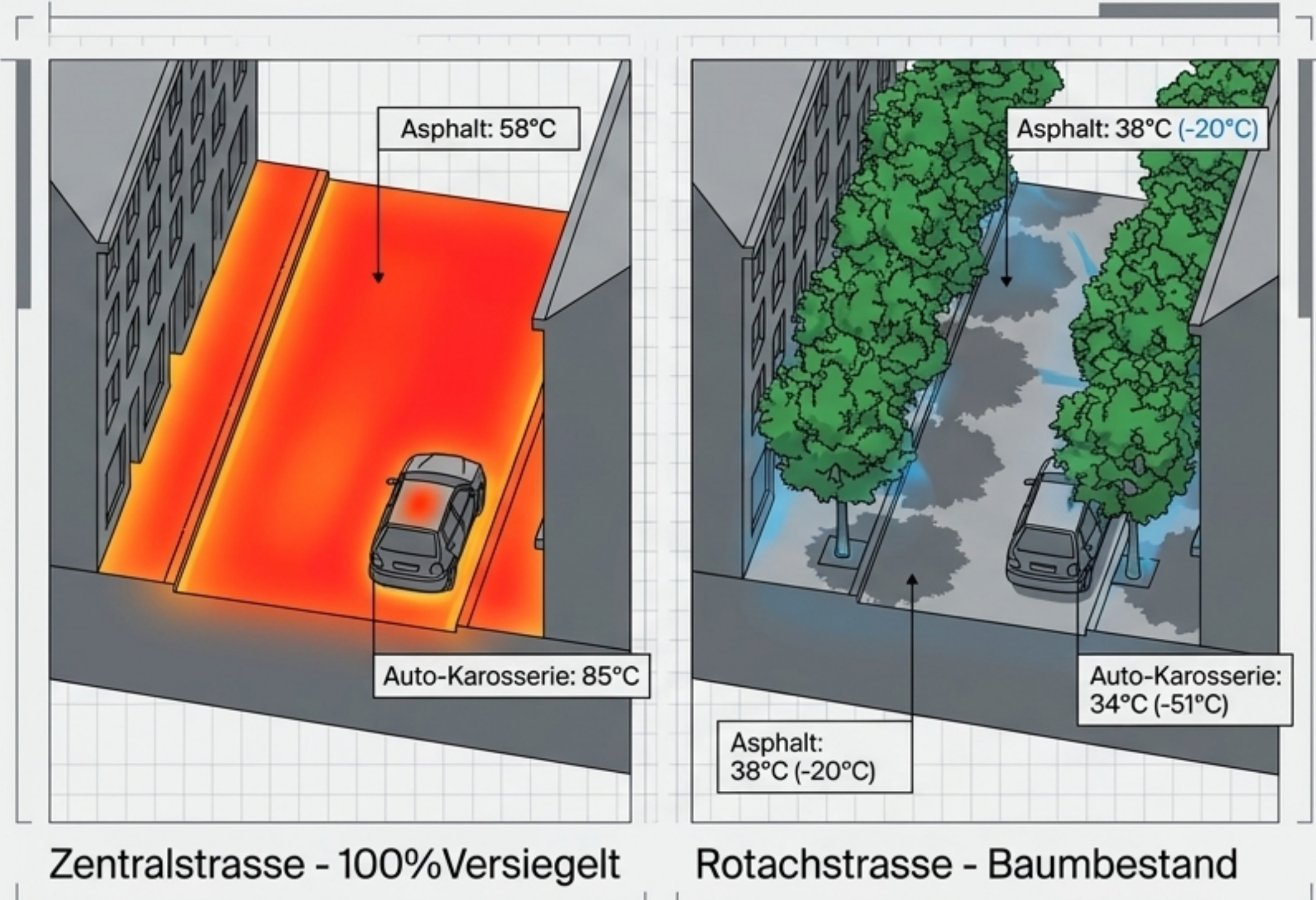
Die menschlichen und physischen Kosten der Hitzeinsel

Die menschlichen Kosten

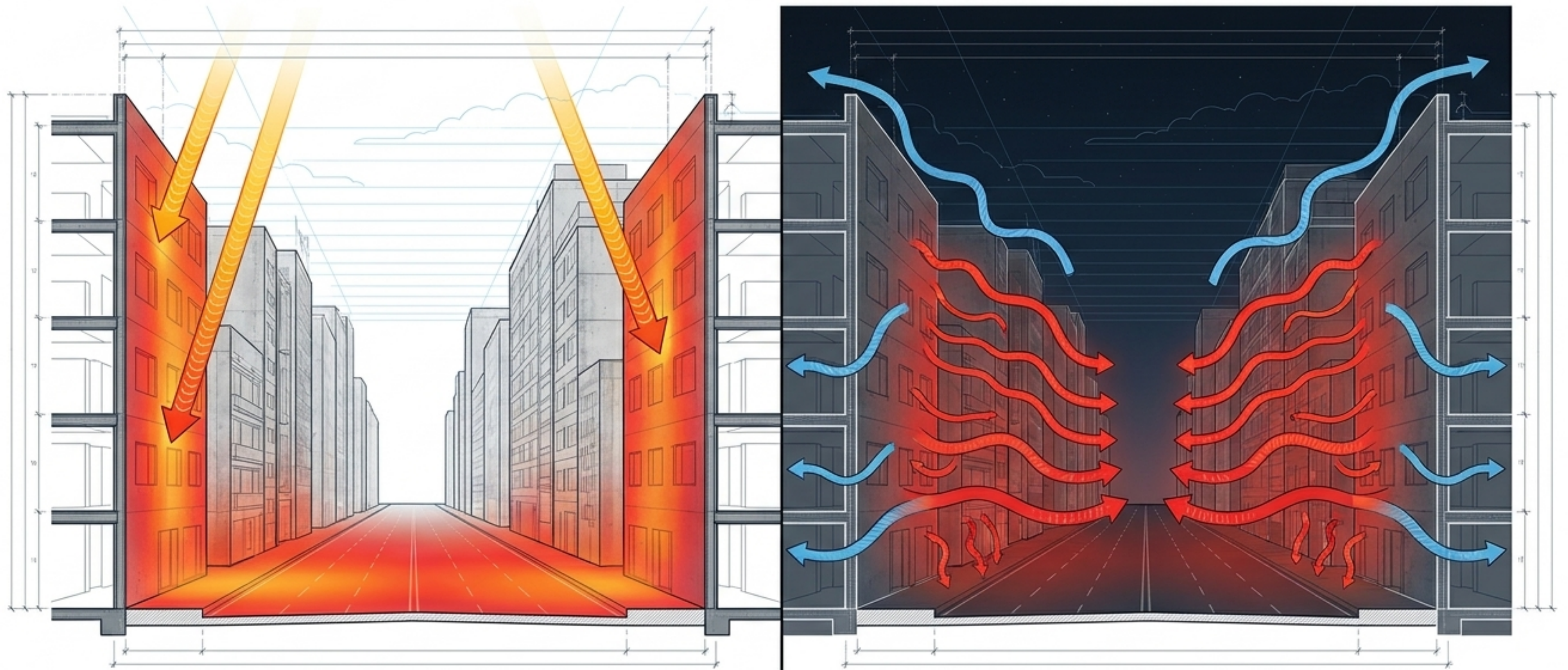


Übersterblichkeit in der Schweiz
während Hitzesommern
2003–2019, gemäss BAG.

Die physische Realität



Die Mechanik der städtischen Überwärmung



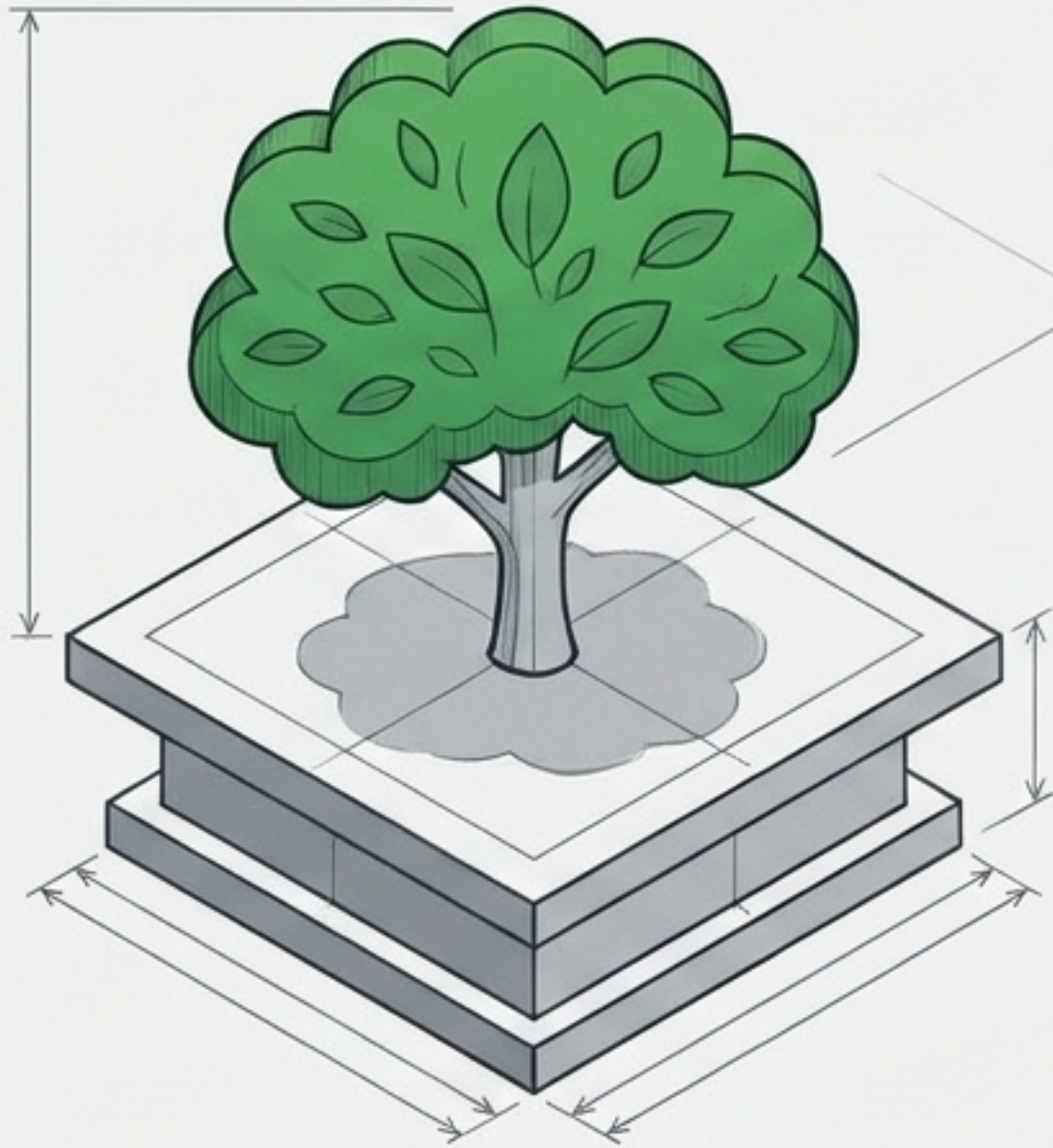
TAG - WÄRMESPEICHERUNG

Asphalt und Beton absorbieren und speichern die solare Einstrahlung.

NACHT - GEFANGENE WÄRME

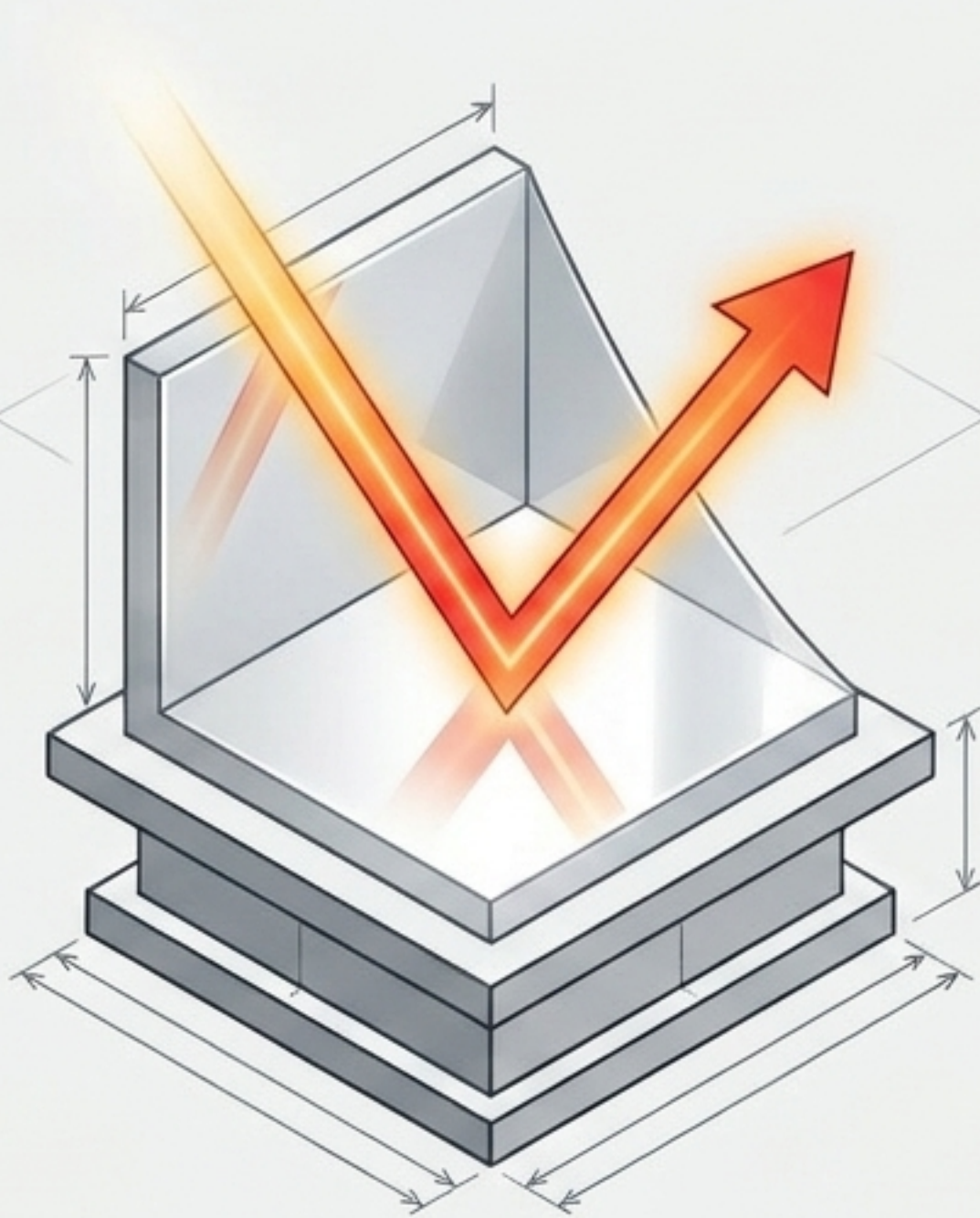
Enge Bebauung blockiert Belüftungskorridore. Die gespeicherte Hitze kann nicht entweichen, was zu Tropennächten führt (+5 bis 7°C im Vergleich zum Umland).

Die drei physikalischen Hebel der Kühlung



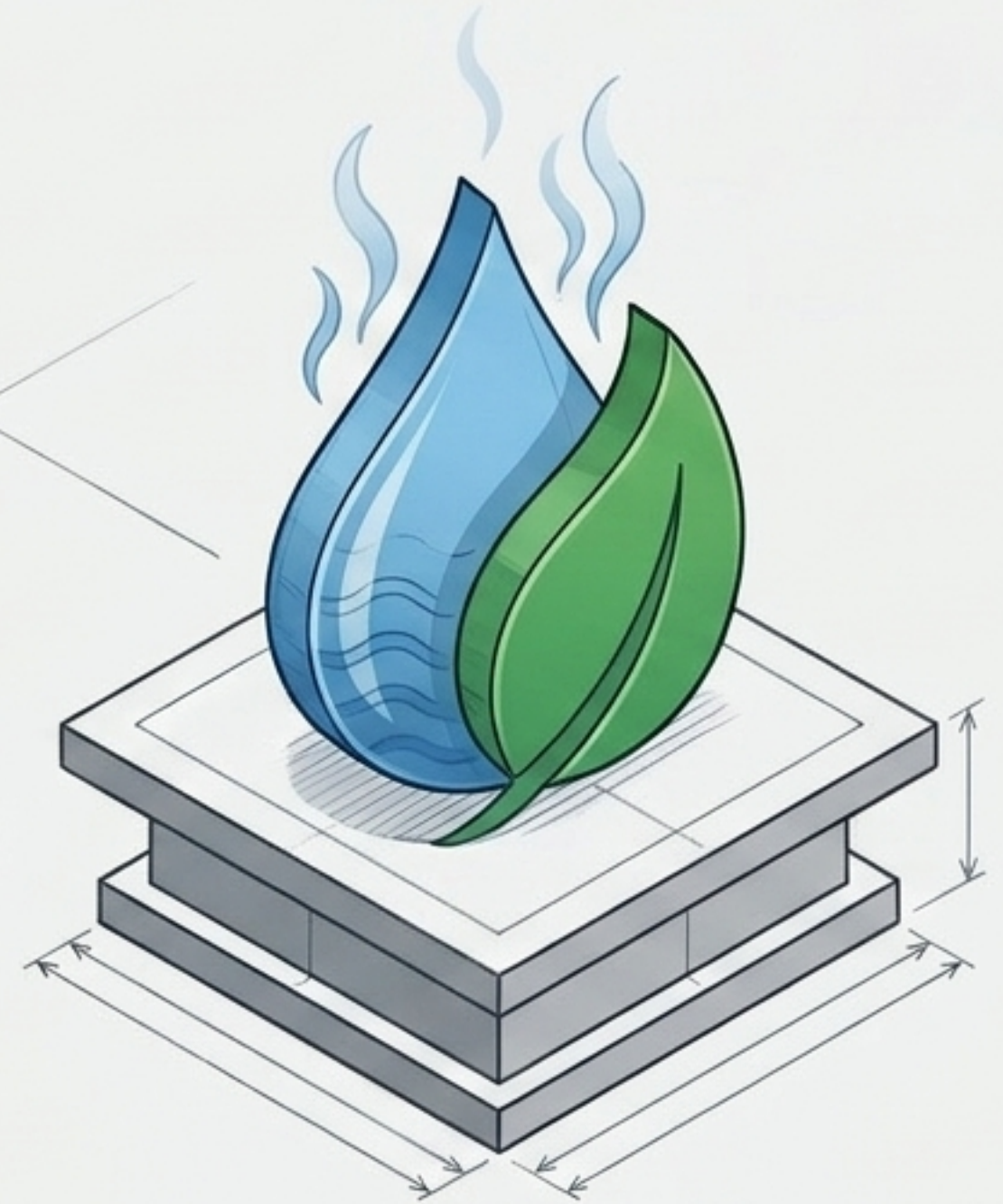
1. Schatten

Blockiert direkte solare Strahlung, verhindert das Aufheizen von Oberflächen.



2. Albedo

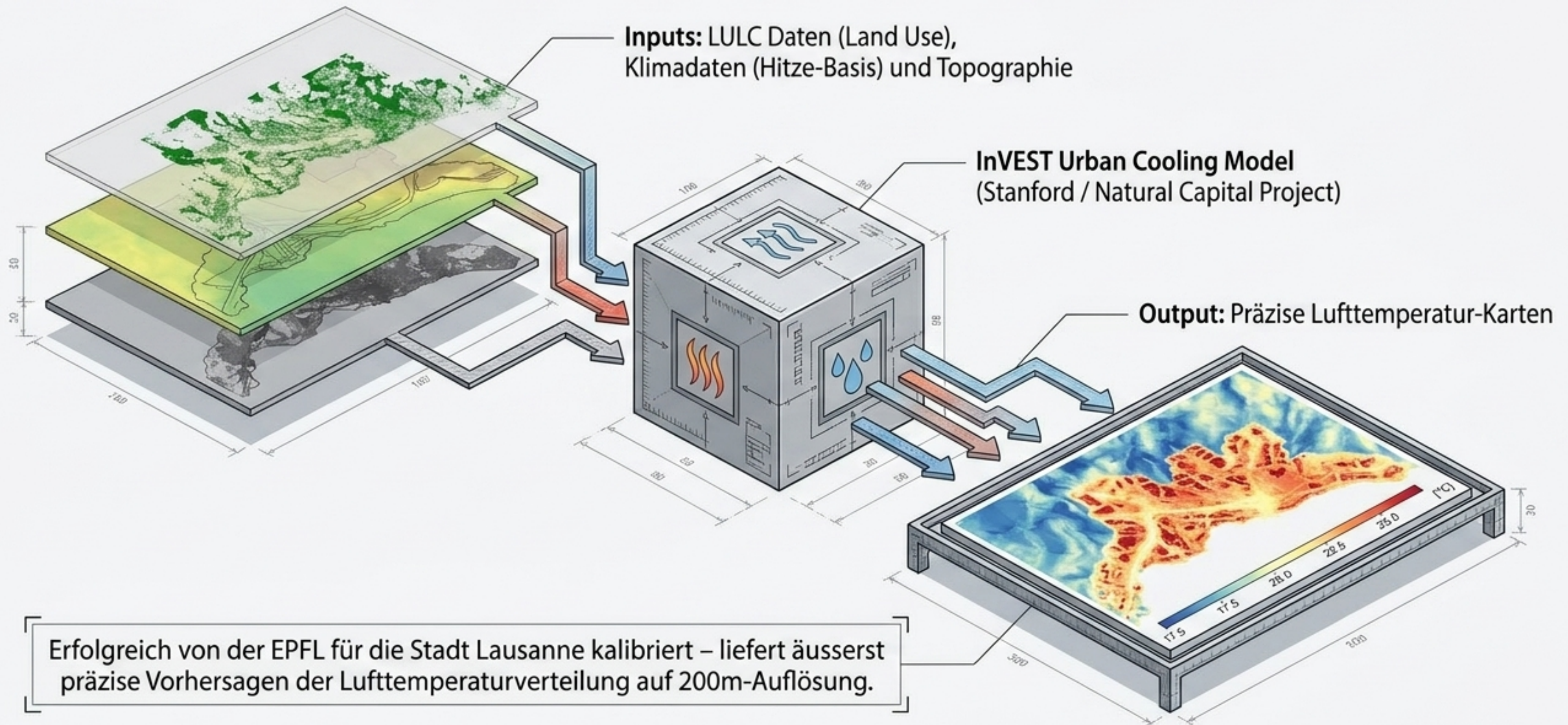
Rückstrahlvermögen. Helle Materialien reflektieren das Sonnenlicht, bevor es als Wärme gespeichert wird.



3. Verdunstung / ETI

Evapotranspiration. Pflanzen und feuchte Böden entziehen der Umgebungsluft Wärmeenergie, um Wasser zu verdampfen.

Von der Theorie zur räumlichen Vorhersage: Das InVEST Modell



Die Formel für ein besseres Mikroklima (CC-Index)

$$CC_i = [0.6 * \text{Schatten}] + [0.2 * \text{Albedo}] + [0.2 * \text{ETI}]$$

Anteil der Baumkronenabdeckung (>2m Höhe).

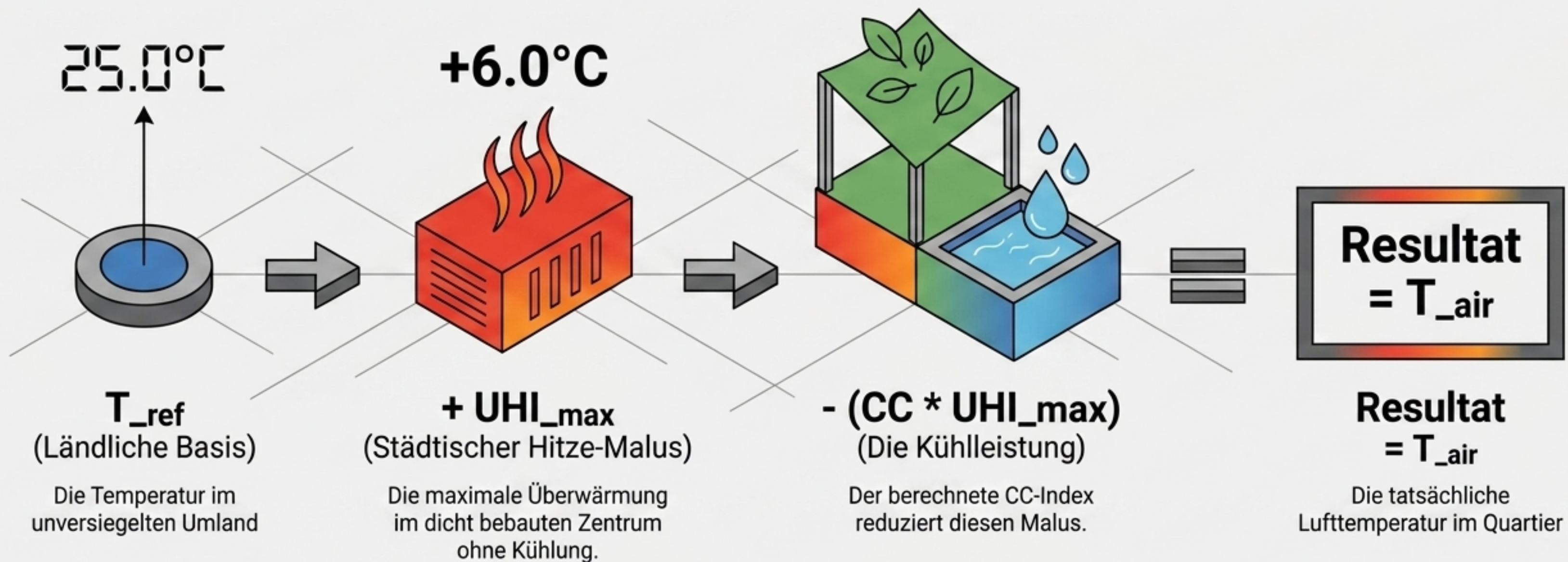
Mass der Reflexion von 0 (Schwarz) bis 1 (Weiss).

Feuchtigkeitsabgabe durch Pflanzenkoeffizient (Kc).

Die Schweizer Kalibrierung

Die EPFL-Validierung für Lausanne ergab eine reale Gewichtung von **0.59** (Schatten), **0.24** (Albedo) und **0.17** (ETI). Schatten durch grosse Bäume ist im Schweizer Klima der mit Abstand stärkste Kühlfaktor.

Von der Kühlleistung zur gefühlten Lufttemperatur



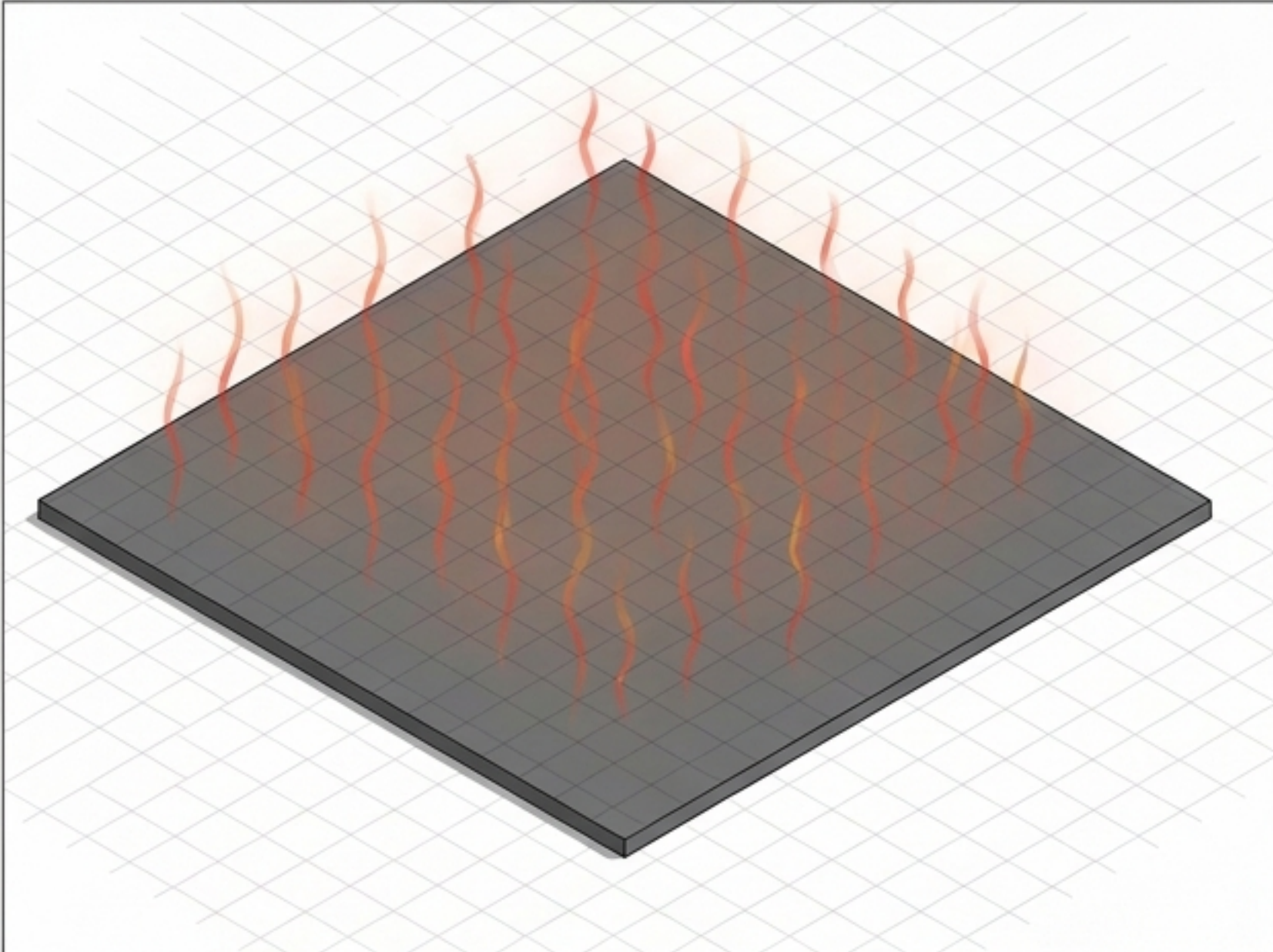
Die Kühlleistung der Materialien bestimmt, wie viel des städtischen Hitze-Malus (typischerweise 5–7°C in Schweizer Städten) neutralisiert werden kann.

Diagnose-Matrix: Welches Material kühlt am besten?

Material	Schatten (0-1)	Albedo (0-1)	ETI (0-1)	CC-Wert (0-1)
Dunkler Asphalt	0.0	0.08	0.0	0.016 (Sehr heiss)
Beton (Hellgrau)	0.0	0.30	0.0	0.060 (Heiss)
Heller Asphalt	0.0	0.35	0.0	0.070 (Leichte Kühlung)
Kies / Sickerbelag	0.0	0.20	0.1	0.060 (Besseres Mikroklima)
Rasen / Wiese	0.0	0.23	0.7	0.186 (Spürbare Kühlung)
Bäume (Baumkrone)	0.9	0.18	1.1	0.796 (Maximale Kühlung!)

Szenario-Analyse: Ein Platz wird transformiert

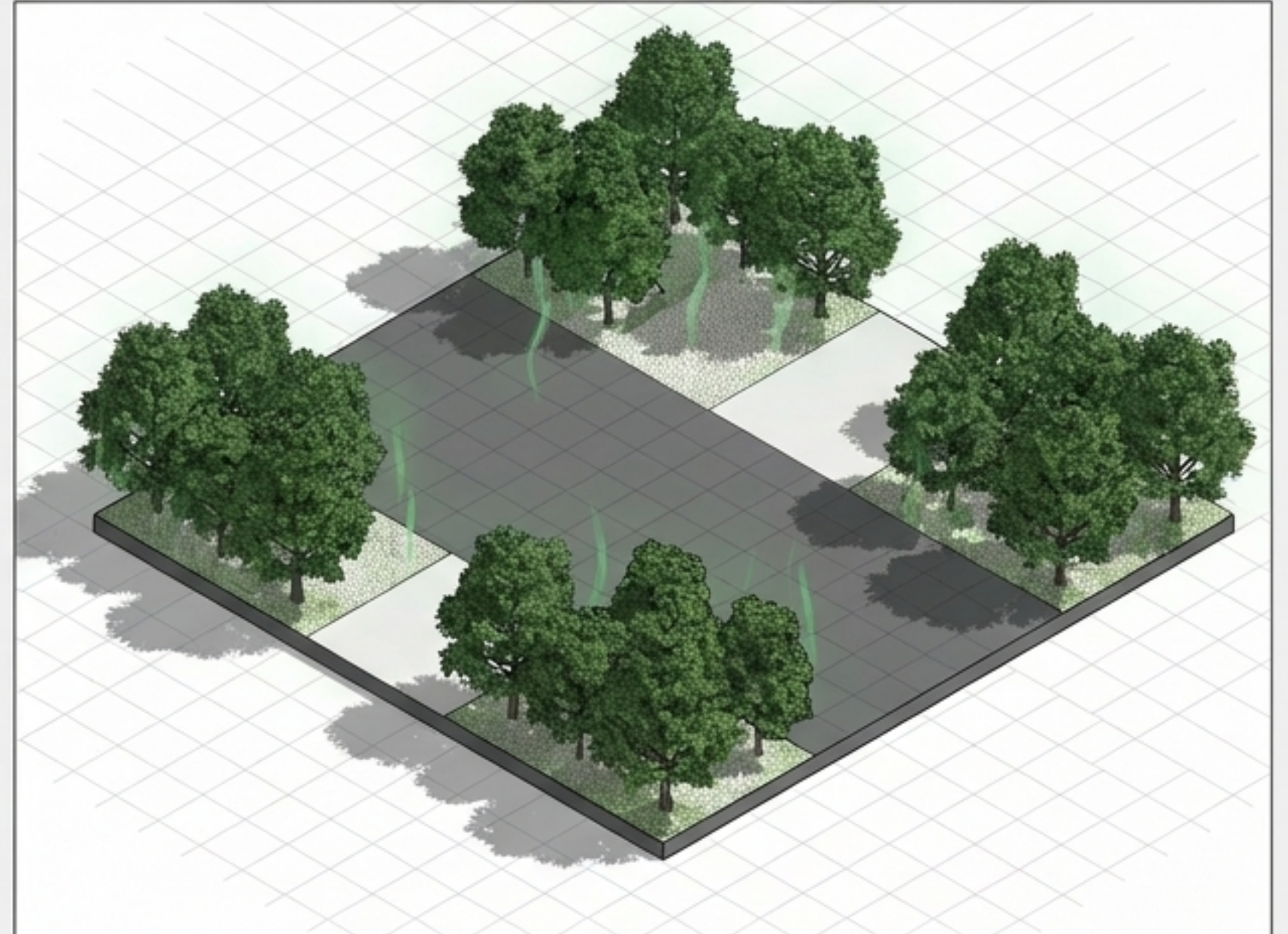
Status Quo: 100% Asphalt



Math: CC = 0.016.

Resultat: Lufttemperatur 30.90°C (Oberfläche 58°C).

Redesign: 60% Asphalt, 20% Beton, 20% Bäume

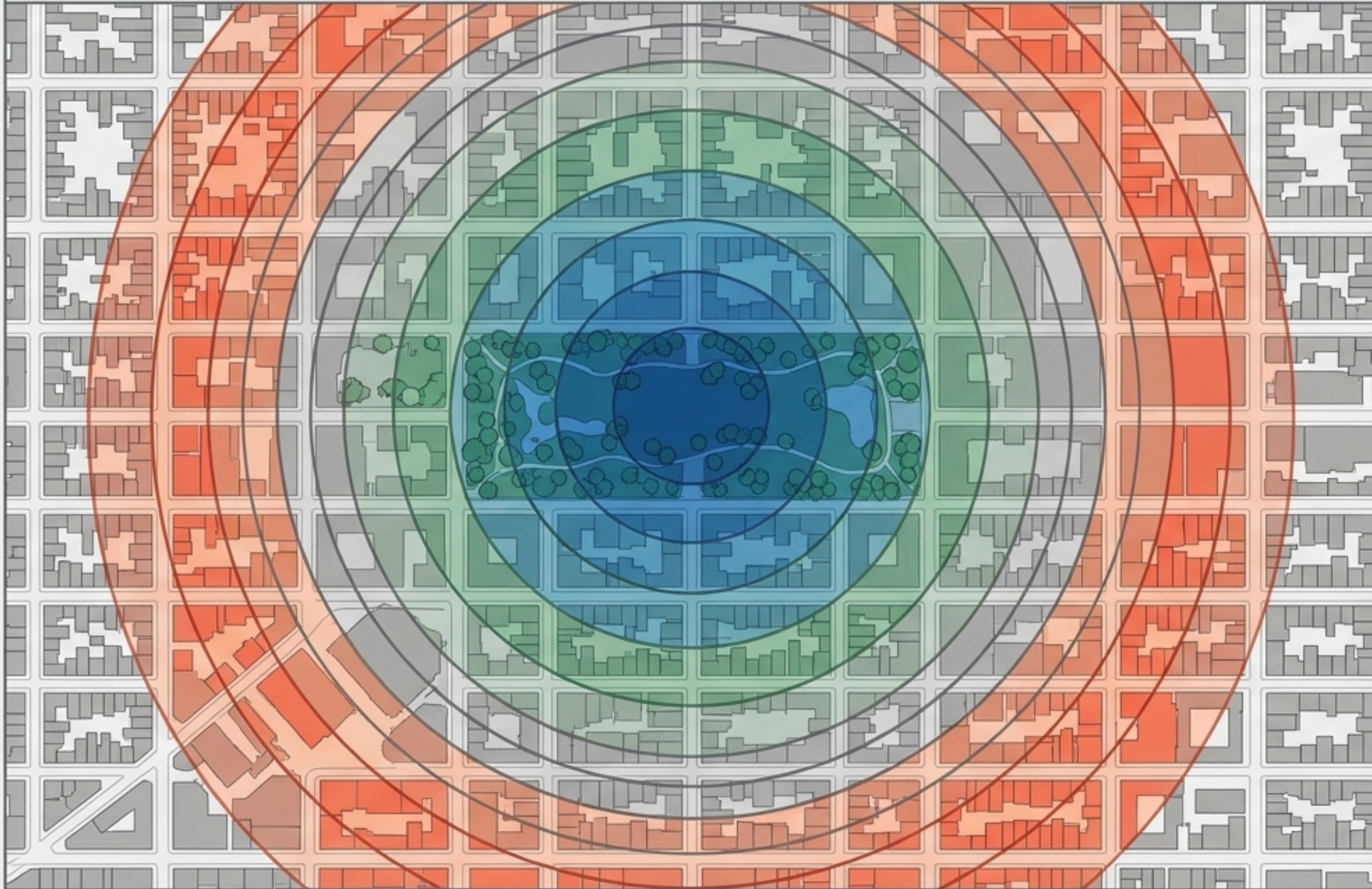


Math: CC = 0.1808.

Resultat: Lufttemperatur 29.91°C (Oberfläche sinkt auf 38°C).

Fazit: Nur 20% Baumbestand senken die Lufttemperatur um 1°C und die Oberflächentemperatur um 20°C.

Der Makro-Effekt: Parks als städtische Kühlinselfn



Der "Cooling Distance" Effekt

Grosse Grünflächen (ab 2 Hektar) kühlen nicht nur sich selbst, sondern strahlen in die umliegenden Quartiere ab.

Reichweite

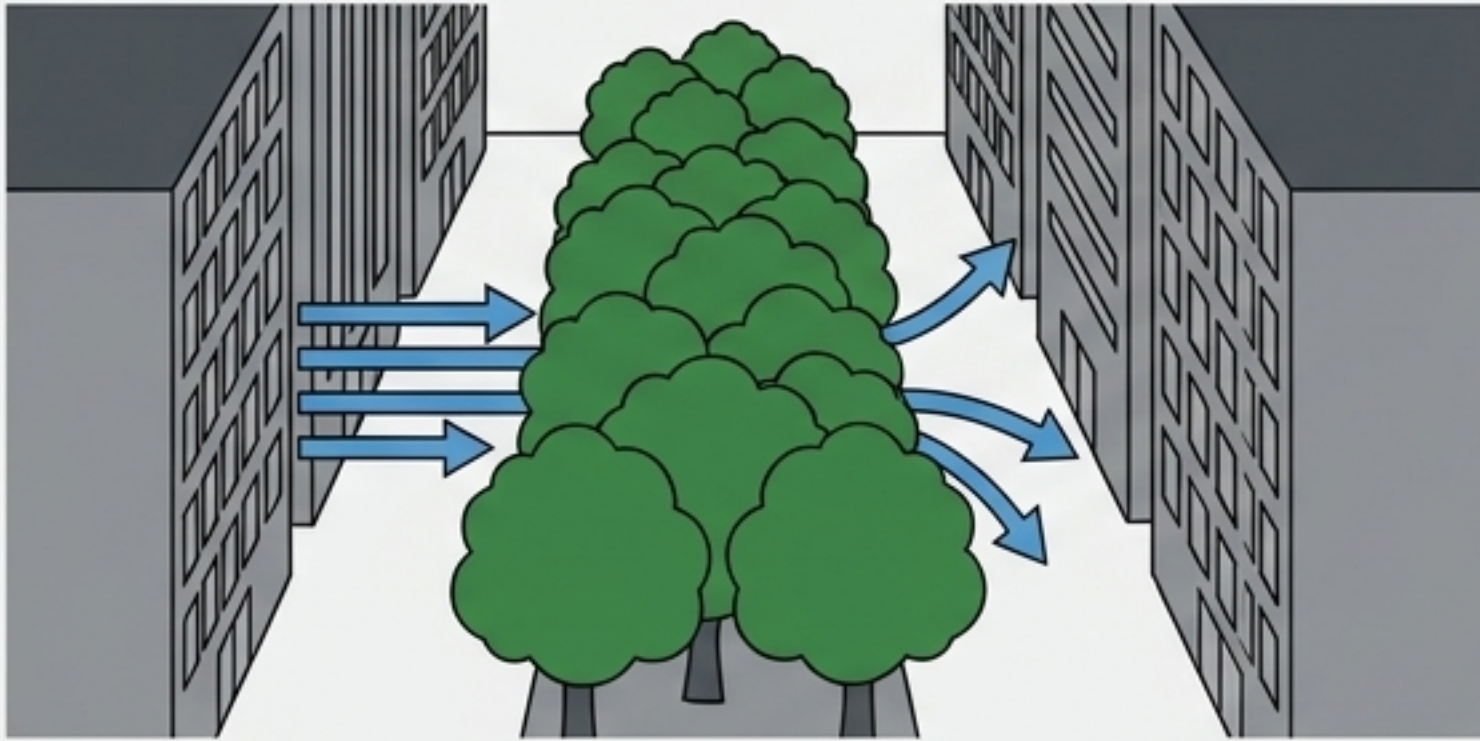
Das InVEST Modell rechnet mit einer effektiven Kühlungsdistanz von ca. 450 Metern.

Urban Heat Mitigation (HM) Index

Die Formel integriert diesen Distanz-Effekt, um die reale Abkühlung für Anwohner in Parknähe zu berechnen.

Limitationen: Stadtklima ist ein Balanceakt (ETH Zürich)

Blockierte Belüftungskorridore



Bäume können als Barrieren wirken. In sogenannten "Heissluftkorridoren" kann eine dichte Bepflanzung die dringend nötige nächtliche Querlüftung verhindern.

Das Feuchtigkeits-Paradoxon



In sehr feucht-warmen Klimazonen sinkt die Effizienz der Verdunstungskühlung (ETI) massiv. Schwitzen (auch für Pflanzen) funktioniert bei hoher Luftfeuchtigkeit schlechter.

Prof. Jan Carmeliet (ETH) betont: Mikroklimatische Modelle müssen bis auf 10cm genau auflösen, um solche Zielkonflikte zu vermeiden.

Von Modellen zu Massnahmen: Das Beispiel Zürich

Stadtklima-Beschlüsse, Angenommen Sept 2024

2'000

Neue Strassenbäume zur aktiven Beschattung

145'000 m²

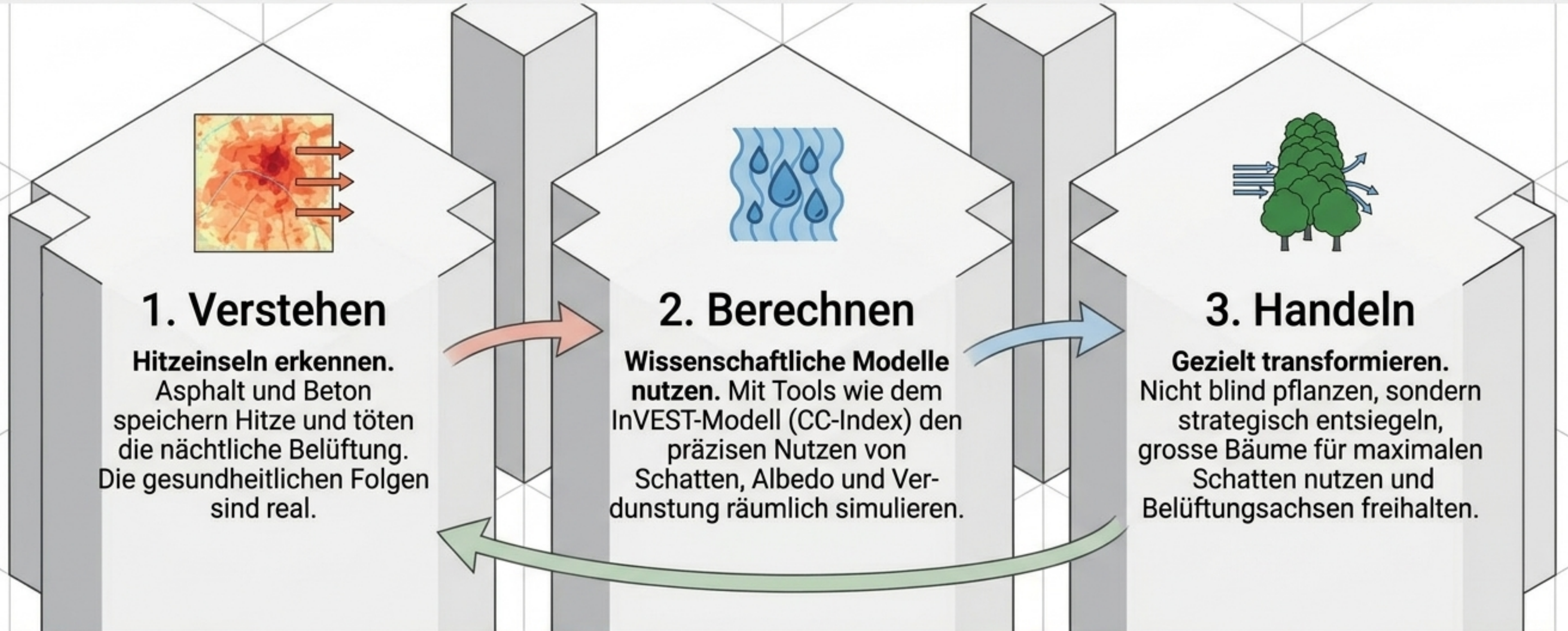
Gezielte Entsiegelung von Asphaltflächen innerhalb von 10 Jahren

462'000 m²

Neuer Raum für klimafreundliche Mobilität (Fuss-, Velo-, ÖV)

Der politische Wille folgt der Physik:
Die Umwandlung von Asphalt zu
Grünflächen bekämpft sowohl die
Ursachen als auch die lebensbedrohli-
chen Folgen zukünftiger Hitzewellen.

Zusammenfassung: Die Stadt von morgen kühlen



Klimaanpassung im urbanen Raum ist kein Luxus, sondern eine physikalische Notwendigkeit für das Überleben unserer Städte.