

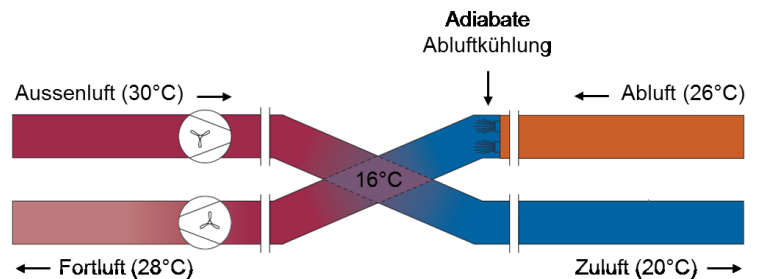
Steckbrief 4: Regenwassernutzung zur Gebäudekühlung

Regenwassernutzung zur Gebäudekühlung	
Beschreibung	Sammlung und Aufbereitung von Niederschlagswasser vorzugsweise von Dachflächen und Nutzung zur adiabaten Gebäudekühlung über Verdunstung
Anwendungsebene	Gebäude, Grundstück
Primäre Ziele	Senkung der Betriebskosten, wasser- und energieeffiziente Gebäudekühlung

Umsetzungsbeispiele und Systemskizze



Adiabate Abluftkühlung, Institut für Physik der HU Berlin, Adlershof (Foto: M. Schmidt)



Prinzip der adiabaten Abluftkühlung (nach SenStadt 2010)

Funktionsbeschreibung und Aufbau

Im Gebäude kann gesammeltes Niederschlagswasser über adiabate Kühlung als indirekte Verdunstungskühlung zur Klimatisierung von Räumen eingesetzt werden. Dies geschieht nach dem Prinzip der „Kälterückgewinnung“ (Kältererzeugung über Verdunstungsprozesse), indem die Temperatur der zugeführten Frischluft über Wärmetauscher gesenkt wird. Hierbei wird die aus dem Raum abgeführte und als Fortluft vorgesehene Luft befeuchtet und abgekühlt. Diese Kühlung wird dann über ein Kreislaufverbundsystem oder über Plattenwärmetauscher aufgenommen und auf die wärmere Außenluft übertragen. Diese Art der Kühlung kann deshalb auch als „indirekte adiabate Befeuchtungskühlung“ bezeichnet werden (SenStadt 2010). Mit einem Kubikmeter Wasser erhält man etwa 700 kWh Kühlleistung. Zu beachten ist dabei die elektrische Leitfähigkeit (LF) des verwendeten Wassers, denn aus technischen Gründen sollten für die adiabate Kühlung 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nicht überschritten werden. Da Niederschlagswasser nur eine geringe Leitfähigkeit hat (ca. 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$), ist es für die adiabate Kühlung sehr gut geeignet (SenStadt 2010).

Hinweise zu Planung, Bemessung und rechtlichen Aspekten

Bei der Planung einer Gebäudekühlung über eine Lüftungsanlage ist die DIN V 18599 (2013) sowie die DIN EN 13779 (DIN 2007) zu berücksichtigen. Für die adiabate Abluftkühlung mit Regenwasser existieren derzeit keine weitergehenden technischen Regeln. Weitere Hinweise zu Planung, Bau, Betrieb und Wartung von raumluftechnischen Anlagen sowie hygienische Anforderungen an die Anlagen sind den VDI-Richtlinien 3803 und 6022 (2010 ff., 2011 ff.) zu entnehmen.

Kenndaten zur Bemessung	
Parameter	Werte
Bemessung	Abhängig vom Nutzkältebedarf des Gebäudes sowie der Verluste bei Erzeugung und Verteilung des Kühlwassers; dynamische Simulationsrechnung zur Bemessung sinnvoll
Flächenbedarf	Zusätzlich zum Regenwasserspeicher (ca. 0,5 - 1 m ² Grundfläche für 100 m ² Dach) in den Lüftungsanlagen ca. 1-2 Meter Luftkanal für den Verdunster
Sonstige Anforderungen	Qualität entsprechend EU-Badegewässerrichtlinie (SenStadt 2010)
Richtlinien und Leitfäden	DIN V 18599 (2013), DIN EN 13779 (2007) VDI 3803 (2010 ff.), VDI 6022 (2011 ff.) Leitfaden „Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung“ (SenStadt 2010)

Aus Gründen der hygienischen Absicherung der adiabaten Abluftkühlung ist Vorsorge zu treffen, dass kein Kontakt des Betriebswassers und damit der Abluft zur Zuluft besteht. Grundsätzlich wird zusätzlich zur Sicherstellung der Trennung von Zu-/Abluft eine UV-Desinfektion des Betriebswassers mit DVGW-geprüften bzw. zertifizierten Anlagen empfohlen. Eine weitere UV-Entkeimung wird dezentral im Umlauf der Anlagen empfohlen, um eine mögliche Wiederaufkeimung auszuschließen. In die Anlagen zur adiabaten Kühlung sind Möglichkeiten zur Beprobung der Betriebswasserqualität einzubauen (kurzer Metallhahn mit Kugelventil). Diese Probenentnahmestelle kann gleichzeitig der manuellen Entleerung dienen (SenStadt 2010).

Bei kombinierter Regenwassernutzung als Betriebswasser und zur Gebäudekühlung sollte der Abluftkühlung durch eine intelligente Steuerung Vorzug gegenüber anderen Verbrauchern eingeräumt werden. Beispielsweise ist die Toilettenspülung oder Bewässerung von Grünanlagen vorzeitig auf Trinkwassernutzung umzustellen, um Regenwasser für einen längeren Zeitraum für die Abluftkühlung zur Verfügung zu stellen. Die Trennung der Verbraucher erfordert zwei getrennte Betriebswassersysteme mit unabhängigen Druckerhöhungsanlagen (SenStadt 2010). Zur Identifizierung von Fehlsteuerungen und zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Anlagen ist der Einbau von Wasser- und Energiemengenzählern bei der adiabaten Abluftkühlung zu empfehlen. Zur Reduzierung des Niederschlagswasserentgelts ist die Regenwassermenge zu erfassen, die als Betriebswasser für die Abluftkühlung genutzt wird.

Unterhaltung und Pflege

Sammeltanks sowie die zugehörigen Anlagenteile müssen regelmäßig gewartet werden. Der Betriebswasservorrat in der Lüftungsanlage sollte entleert werden, sobald die adiabate Abluftkühlung außer Betrieb geht.

Maßnahmenwirkung

Die Bewertung der Maßnahmenwirkung erfolgte in KURAS auf Grundlage von Literaturstudien („n“ - Anzahl zugrundeliegender Datensätze). Zur Erhebung von Kostendaten wurden ergänzend Umfragen durchgeführt. In ausgewählten Fällen wurde zudem auf Erfahrungswerte (Nutzen auf Gebäudeebene) zurückgegriffen. Für die Klassifizierung (geringer / moderater / hoher Effekt) wurde der Wertebereich jedes Indikators in der Regel in drei gleich große Klassen aufgeteilt (siehe Matzinger et al., 2017). Alle Werte beziehen sich auf die Umsetzung der Maßnahme im Bestand. Die Bewertungstabelle ist auf der nachfolgenden Seite zu finden.

Kurzbewertung: Durch die Regenwassernutzung zur Gebäudekühlung lässt sich auf Gebäudeebene Trinkwasser und Energie einsparen. Je nachdem, welche Flächentypen an die Zisternen angeschlossen sind, lässt sich die stoffliche Belastung der Oberflächengewässer leicht bis moderat reduzieren. Viele Bereiche, z.B. die Freiraumqualität, das Stadtklima oder die Biodiversität, bleiben von der Regenwassernutzung unbeeinflusst.

Referenzen und weiterführende Literatur

- DIN V 18599 (2013): Energetische Bewertung von Gebäuden: Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung. Beuth Verlag, 2013.
- DIN EN 13779 (2007): Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlagen und Raumkühlsysteme. Beuth Verlag, 2007, 72 S.
- fbr (2007): Projektbeispiele zur Betriebs- und Regenwassernutzung – Öffentliche und gewerbliche Anlagen. Schriftenreihe fbr 6. Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V.
- fbr (2013): Energetische Nutzung von Regenwasser. Schriftenreihe fbr Band 16. Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V., 148 S.; ISBN 3-9811727-5-1
- Matzinger et al. (2017): Multiple effects of measures for stormwater management in urban areas. Urban Water Journal (eingereicht).
- SenStadt (2010): Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung: Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung, Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin. ISBN 978-3-88961-140-6
- SenStadt (2011): Leitfaden für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zur Bewertung von Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin.
- VDI (2010 ff.): Richtlinienreihe VDI 3803 „Raumluftechnik, Geräteanforderungen“. Beuth-Verlag, Berlin.
- VDI (2011 ff.): Richtlinienreihe VDI 6022 "Raumluftechnik, Raumlufqualität". Beuth-Verlag, Berlin.

Effekte	Regenwassernutzung zur Gebäudekühlung				
	Median	Min	Max	n	+/-
Nutzen auf Gebäudeebene					
Einsparung Trink-/Abwasser (Regen) [%] ¹	90 / 20	-	-	1	🟢
Energieeinsparpotenzial Gebäudekühlung [%]	90	-	-	1	🟢
Freiraumqualität					
Mittelwert aus vier Einzelindikatoren ² [-]	-	-	-	0 ³	○
Stadtklima					
Änderung Tropennächte [d/a]	-	-	-	0 ³	○
Änderung Hitzestress (UTCI) [h/a]	-	-	-	0 ³	○
Biodiversität					
α-Diversität (Flora) [-]	-	-	-	0 ³	○
α-Diversität (Fauna) [-]	-	-	-	0 ³	○
β-Diversität (Flora) [-]	-	-	-	0 ³	○
Grundwasser / Bodenpassage					
Änderung des Versickerungsanteils [%]	-	-	-	0 ³	○
Änderung der Zinkkonzentration [%]	-	-	-	0 ³	○
Änderung der Chloridkonzentration [%]	-	-	-	0 ³	○
Oberflächengewässer					
Reduktion des Regenabflusses [%]	nicht quantifiziert				
Reduktion der Abflussspitze [%]	nicht quantifiziert				
AFS-Rückhalt [kg/(ha·a)]	nicht quantifiziert				
Phosphor-Rückhalt [kg/(ha·a)]	nicht quantifiziert				
Ressourcennutzung					
THG-Potential _{100 a} [kg CO ₂ -eq/(m ² ·a)]	nicht quantifiziert				
Bedarf fossiler Energien [MJ/(m ² ·a)]	nicht quantifiziert				
Direkte Kosten					
Investitionen [€/m ² ·a]	nicht quantifiziert				
Betriebs- / Instandhaltungskosten [€/m ² ·a]	nicht quantifiziert				

Erläuterungen zur Tabelle:

- ¹ Trinkwassereinsparung bezieht sich nur auf den Teil, der an die Regenwassernutzung angeschlossen ist. Abwassereinsparung (Regen) steht für den genutzten Teil des Niederschlags. Eine zusätzliche Abwassereinsparung ggü. der konventionellen Kühlung mit Trinkwasser ergibt sich durch den Wegfall der Wasseraufbereitung.
- ² Einzelindikatoren: Komplexität, Kohärenz/Verständlichkeit, Lesbarkeit und Involution. Skala von 0 (niedrig) bis 5 (hoch).
- ³ Kein Effekt.

Bedeutung der verwendeten Symbole:

- 🟢 geringer positiver Effekt
- 🟡 moderater positiver Effekt
- 🟠 hoher positiver Effekt
- 🔴 geringer negativer Effekt
- 🟡 moderater negativer Effekt
- 🔴 hoher negativer Effekt
- kein Effekt