



# Ist das dezentrale oder das zentrale Kühlsystem im Supermarkt effizienter?

Supermärkte, die steckerfertige Kühlmöbel nutzen, haben aufgrund des hohen Klimatisierungsbedarfs in warmen Jahreszeiten einen höheren Stromverbrauch als Märkte mit einer zentralen Kälteversorgung. Zu diesem Schluss kommt eine Studie der ZHAW School of Engineering. Zentrale Kühlsysteme profitieren von einer hohen Effizienz der Kälteerzeugung und können darüber hinaus die anfallende Wärme der Kälte-Wärme-Maschine optimal nutzen.

Von Manuel Diem, Christian Stahel und Frank Tillenkamp

Was ist energetisch besser – ein Supermarkt mit dezentralen (steckerfertigen) oder mit zentral gekühlten Kühlmöbeln und Kühlräumen? Eine Frage, für die selbst erfahrene Fachleute bis anhin keine klare Antwort wussten. Nun hat das Institut für Energiesysteme und Fluid-Engineering IEFE der ZHAW School of Engineering die unterschiedlichen Kühlsysteme für Supermärkte im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE) und des Schweizerischen Verbandes für Kältetechnik (SVK)

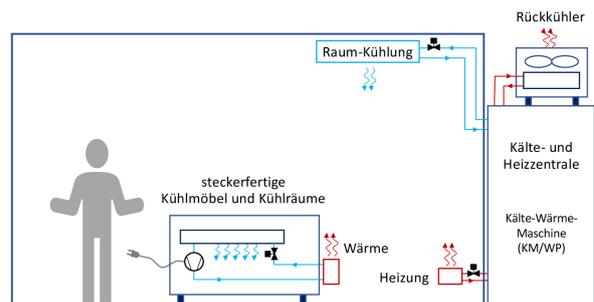
einem umfassenden energetischen Vergleich unterzogen. Gleichzeitig haben die Forschenden die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Systeme analysiert.

In der Studie wurde der gesamte Supermarktbetrieb mit den zahlreichen Wärmeeinträgen (Wärme von Backöfen, Beleuchtung, Personen) und dem Energiebedarf für Kühlung und Heizung über ein Jahr simuliert. Um die klimatischen Abhängigkeiten sichtbar zu machen,

erfolgte die Simulation für die drei Schweizer Standorte Zürich, Lugano und Davos. Zudem wurden zwei unterschiedliche Marktflächen (340 m<sup>2</sup> und 1250 m<sup>2</sup>) betrachtet. Für ein besseres Verständnis der Auswirkung des Strompreises auf die Wirtschaftlichkeit der Systeme, wurden die Betriebskosten mit unterschiedlichen Strompreisen (20 Rp./kWh und 35 Rp./kWh) berechnet. Dabei wurden drei Kühlsysteme untersucht:

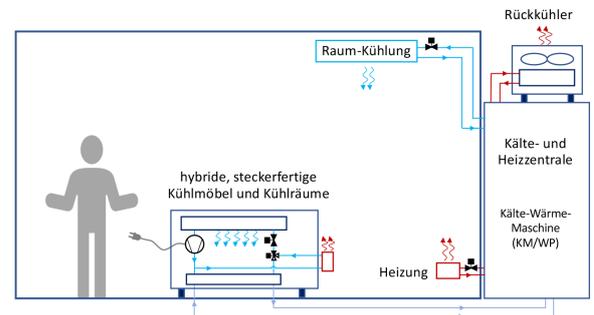
### Dezentrale, steckerfertige Systeme

Bei den steckerfertigen Kühlmöbeln und Kühlräumen wird die Kälte dezentral im Kühlmöbel oder beim Kühlraum erzeugt und die Wärme direkt in den Raum abgegeben. Wird es im Laden zu warm, wird die Wärme mit einer Kälte-Wärme-Maschine im «Klimaanlagen-Betrieb» gekühlt. Die Wärme wird über den Rückkühler abgeführt und kann bei Bedarf (im Winter) z.B. in Büroräumen zum Heizen verwendet werden. Der grösste Vorteil der steckerfertigen Systeme ist ihre Flexibilität – die Betreiber können die Kühlmöbel einfach umstellen.



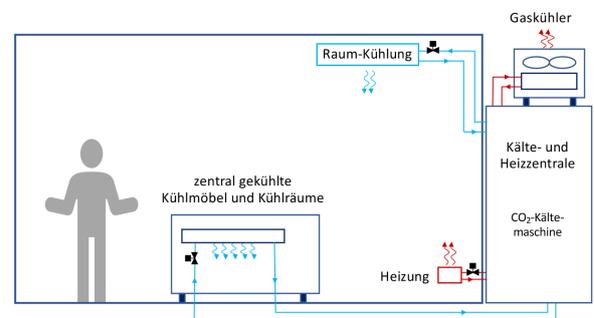
### Dezentrale, hybride Systeme

Bei hybriden, steckerfertigen Kühlmöbeln und Kühlräumen wird die Kälte ebenfalls dezentral erzeugt. Mit der Wärme wird bei Bedarf entweder direkt der Laden beheizt, oder sie wird über einen Sekundärkreis abgeführt. Wird es im Laden dennoch zu warm, kühlt eine Kälte-Wärme-Maschine im «Klimaanlagen-Betrieb» die Räume und die Wärme wird über den Rückkühler abgeführt. Besteht im Winter ein Heizbedarf im Laden, kommt die Kälte-Wärme-Maschine im «Wärmepumpen-Betrieb» zum Einsatz.



### Zentrale Systeme

Die Kühlmöbel und Kühlräume werden mit einer zentralen CO<sub>2</sub>-Kältemaschine gekühlt und die Wärme wird über einen Gaskühler abgeführt. Gleichzeitig kann die CO<sub>2</sub>-Kältemaschine den Laden kühlen. Besteht ein Heizbedarf, kann die Wärme der CO<sub>2</sub>-Kältemaschine für die Heizung ausgekoppelt werden. Ein Vorteil der zentralen Systeme ist, dass die Kühlmöbel keinen Verdichter brauchen und daher mehr Platz für die Produkte haben.



### Zentrale Kälteversorgung hat die Nase vorn

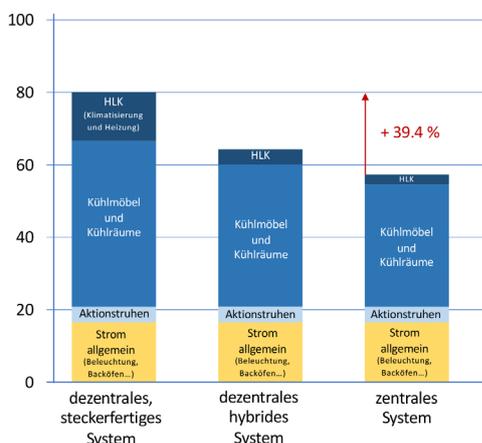
Die Studie zeigt, dass Supermärkte mit konventionellen, steckerfertigen Kühlmöbeln – das heisst mit einer dezentralen Kälteerzeugung – den höchsten Stromverbrauch aufweisen. Ein Grund dafür ist der hohe Klimatisierungsbedarf in der warmen Jahreszeit. Da die steckerfertigen Kühlmöbel und die Kühlräume die Wärme direkt in den Raum abgeben, besteht über weite Teile des Jahres ein Wärmeüberschuss, der mit einer zusätzlichen Klimaanlage (weg-)gekühlt werden muss. Verglichen mit dem zentral gekühlten System verbraucht die dezentrale Variante in Zürich rund 39 Prozent mehr Strom. Aufgrund der höheren Aussentemperaturen beträgt der Mehrverbrauch in Lugano sogar 43 Prozent. Hingegen muss in Davos, wo die Aussentemperaturen tiefer sind, mit der Klimaanlage weniger Wärme abgeführt werden, und der Mehrverbrauch beträgt noch 30 Prozent. Bei den dezentralen, steckerfertigen Systemen kann der Strombedarf fürs Klimatisieren erheblich reduziert werden, indem die Wärme der Kühlräume mit einem Split-Gerät nach aussen abgeführt wird. Zudem liegt beim korrekten Einstellen der Verdampfungstemperatur bei jedem einzelnen Kühlmöbel ein zusätzliches Einsparpotenzial.

Hybride steckerfertige Kühlsysteme erzeugen die Kälte ebenfalls dezentral in den Kühlmöbeln und Kühlräumen. Trotzdem sind sie deutlich effizienter als die dezentralen Systeme, da die Wärme über ein Wassersystem abgeführt und an die Aussenluft abgegeben wird. Ein Vorteil der hybriden Systeme ist, dass sie bei Bedarf die Wärme auch im Supermarkt abgeben können. So können sie einen Beitrag an die Heizung leisten, was den Gesamtenergieverbrauch senkt. Doch der Mehrverbrauch eines Supermarktes in Zürich, der mit einem hybriden System ausgerüstet ist, beträgt – gegenüber einem zentral gekühlten System – noch immer rund 12 Prozent.

Am effizientesten sind Supermärkte mit Kühlmöbeln und Kühlräumen, die von einer zentralen Kälteanlage versorgt werden. Die Studie hat eine integrale CO<sub>2</sub>-Kälteanlage analysiert. Bei einer integralen CO<sub>2</sub>-Kälteanlage ist der Kältemittelkreis so aufgebaut, dass das Kältemittel auf unterschiedlichen Druckniveaus verdampft und so die unterschiedlichen Temperaturen für die Plus- und Minuskühlung bereitgestellt werden können. Zudem beinhaltet die integrale CO<sub>2</sub>-Kälteanlage einen zusätzlichen Verdampfer, über den der Supermarkt klimatisiert werden kann. Bei Bedarf kann auf der Hochdruckstufe die anfallende Wärme für die Heizung ausgekoppelt werden. Und ein Ejektor erhöht zudem die Effizienz des Systems, indem er die Verdampfungstemperatur anhebt. Die Simulation zeigt, dass die zentrale Kälteerzeugung mit einer CO<sub>2</sub>-Kältemaschine die effizienteste der drei untersuchten Varianten ist. Dafür ausschlaggebend ist nicht zuletzt, dass die Wärme der Kältemaschine auch im Supermarkt genutzt werden kann.

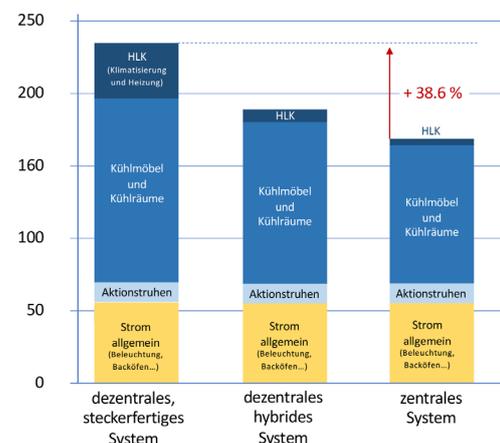
Die Studie empfiehlt, Kühlsysteme im Supermarkt immer ganzheitlich zu analysieren und keinen Systemscheid aufgrund der Energieetikette zu fällen. Denn bei der Bewertung nach der Energieetikette werden weder die Interaktion mit dem Supermarkt (Wärmeeitrag) noch die unterschiedlichen Klimabedingungen über das Jahr berücksichtigt. Hat man sich für eines der drei Kühlsysteme (dezentral, hybrid, zentral) entschieden, zahlt es sich aus, bei der Auswahl der Kühlmöbel ein effizientes Modell (Klasse A) zu wählen. Und bei den mobilen, steckerfertigen Aktionstruhen lohnt es sich immer, die Energieetikette zu beachten und ein effizientes Modell zu wählen.

Strombedarf in MWh pro Jahr



Supermarkt (340 m<sup>2</sup>) in Zürich

Strombedarf in MWh pro Jahr



Supermarkt (1250 m<sup>2</sup>) in Zürich

### Und die Kosten?

Die Berechnungen der Studie zeigen, dass die Investitionskosten für zentral gekühlte Systeme – unabhängig von der Grösse des Supermarktes – rund 120 000 Franken höher sind als für Systeme mit steckerfertigen Geräten. Doch aufgrund der längeren Lebensdauer der zentral gekühlten Kühlmöbel und des deutlich tieferen Stromverbrauchs sind die Kosten der drei Systeme am Standort Zürich über die gesamte Lebensdauer gleich hoch (bei einer Fläche von 340 m<sup>2</sup> und einem Strompreis von 20 Rappen pro kWh). Im «grossen» Supermarkt mit einer Fläche von 1'250 m<sup>2</sup> sind die jährlichen Kosten für das zentral gekühlte System sogar rund 24 000 Franken tiefer, was über die Lebensdauer von 15 Jahren eine Kosteneinsparung von mehr als 350 000 Franken

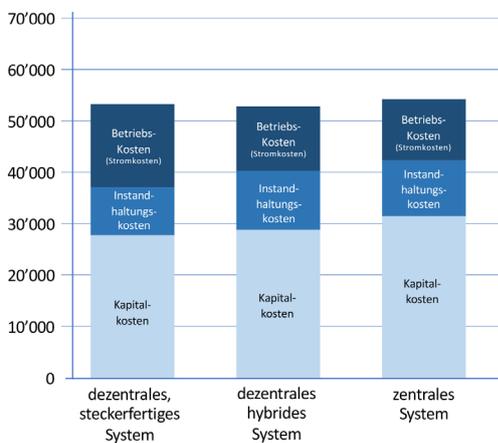
bedeutet. Aus Sicht von Energieverbrauch und Wirtschaftlichkeit lohnt es sich daher, die Systeme immer genau unter die Lupe zu nehmen.

Winterthur 17. Juli 2024

Über den QR-Code können Sie die Studie «Energetischer Vergleich von steckerfertigen und zentralgekühlten Kühlsystemen im Supermarkt» kostenlos downloaden.

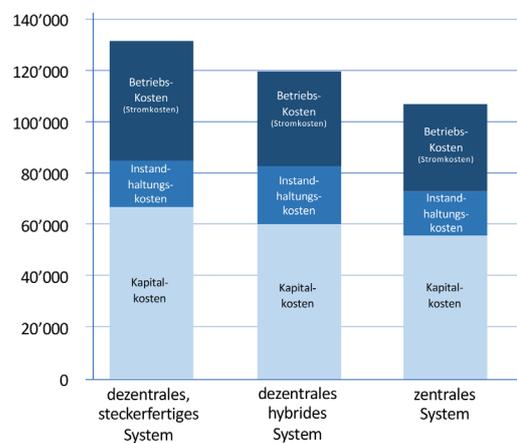


Jahreskosten in Franken



Supermarkt (340 m<sup>2</sup>) in Zürich  
(Strompreis: 20 Rp./kWh)

Jahreskosten in Franken



Supermarkt (1250 m<sup>2</sup>) in Zürich  
(Strompreis: 20 Rp./kWh)

### Die Energieetikette eignet sich nicht für einen Vergleich von unterschiedlichen Systemen

Ein weiterer Aspekt der Analyse zeigt: Die Energieetikette für Supermarkt-Kühlgeräte eignet sich zwar für den Vergleich von zwei baugleichen Kühlmöbelmodellen. Doch für einen Systemvergleich zwischen steckerfertigen und zentral gekühlten Kühlmöbeln eignet sich die Energieetikette nicht.

Dafür gibt es mehrere Gründe.

- Gemäss den Prüfnormen erhalten steckerfertige Kühlmöbel für ihren Energieeffizienzindex (EEI) generell einen Bonus von 10 Prozent, zentralgekühlte hingegen nicht.
- Die Kühlmöbel werden unter festen Umgebungsbedingungen geprüft, ohne saisonale Unterschiede zu berücksichtigen. Die zentralen und die hybriden steckerfertigen Kühlsysteme, die von der Umgebungstemperatur abhängig sind, werden dadurch schlechter eingestuft, als sie tatsächlich sind.
- Zudem betrachtet die Energieetikette nur das Kühlmöbel. Der Energieaufwand der Klimaanlage für die Kühlung der abgegebenen Wärme des steckerfertigen Kühlmöbels wird nicht berücksichtigt.

