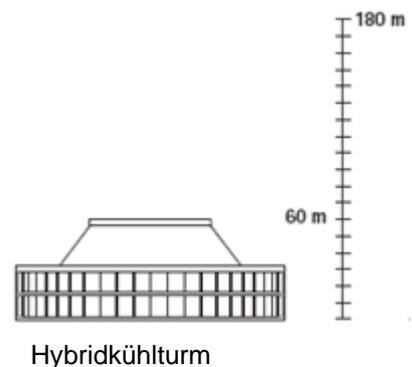


So werden Kraftwerke gekühlt

Thermische Kraftwerke erzeugen aus Wärme Strom. Solche Kraftwerke brauchen dazu eine Kühlung, unabhängig davon, ob die Wärme mit Uran, Kohle, Öl, Gas, Holz oder der Sonne erzeugt wird. Je besser die Kühlung, desto mehr Strom kann aus derselben Wärmemenge erzeugt werden.

Die Wärmeenergie eines thermischen Kraftwerks erzeugt Dampf. Dieser treibt eine Dampfturbine an, die mit einem Strom erzeugenden Generator gekoppelt ist. Nachdem der Dampf seine Arbeitsenergie an die Turbine abgegeben hat, wird er in einem Kondensator verflüssigt, indem ihm dort Wärme entzogen wird. In einem Kühlkreislauf muss diese Wärme an die Umgebung abgegeben werden. Dies kann in einer der nachstehend beschriebenen Weisen geschehen.

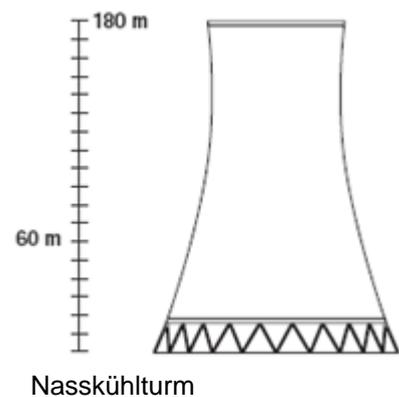


Durchlaufkühlung

Bei der Durchlaufkühlung wird das Kühlwasser einem Fluss entnommen, im Kondensator um wenige Grad Celsius erwärmt und in den Fluss zurückgeleitet. Die Temperaturerhöhung wird behördlich kontrolliert. In der Schweiz haben die Kernkraftwerke Beznau und Mühleberg eine Durchlaufkühlung.

Trockenkühlturm

Das erwärmte Kühlwasser kann rückgekühlt werden, indem es seine Wärme in einem Wärmetauscher an die Umgebungsluft abgibt. Geschieht dies in einem oben und unten offenen Turm, steigt die erwärmte Luft auf und zieht unten kühle Umgebungsluft nach. Dieser sogenannte Naturzug kann durch Ventilatoren verstärkt werden. Ein Trockenkühlturm hat keine Dampffahne, weil der Kühlkreislauf komplett geschlossen ist und kein Wasser verdunstet; daher auch sein Name.



Nasskühlturm

Wird das erwärmte Kühlwasser in einem Kühlturm versprüht, verdunstet ein Teil davon (etwa 2 Prozent), was einen markanten Kühleffekt hat. Das verdunstete Wasser ist über dem Kühlturm als Dampfschwade zu sehen. In der Schweiz haben die Kernkraftwerke Gösgen und Leibstadt einen Nasskühlturm.

Das Verdunsten von Wasser benötigt sehr viel Wärmeenergie. Diese wird dem nicht verdunsteten Teil des Wassers entzogen, wodurch sich dieser stark abkühlt.

Bei Luftzufuhr ist die Abkühlung noch viel stärker. Wer schweissnass im Wind steht, kann diesen Kühleffekt gut beobachten: Er friert viel schneller, als wenn er trocken im Wind stünde.

Sowohl ein Nass- als auch ein Hybridkühlturm nutzen dieses Prinzip der Verdunstungskühlung. Um einen möglichst grossen Kühleffekt zu erzielen, wird das Wasser im Kühlturm durch Versprühen fein verteilt, sodass mehr Wasser verdunstet.

Hybridkühlturm

Ein Hybridkühlturm ist im Prinzip ein Nasskühlturm, dem mit Ventilatoren trockene, vorgewärmte Aussenluft zugeführt wird. Deshalb ist der ausgestossene Dampf kaum sichtbar.

Wegen der grossen Ventilatoren benötigt ein Hybridkühlturm einen

Schallschutz. Dieser dämpft dann aber auch das Geräusch des Wassers, das nach seiner Abkühlung in das Auffangbecken tropft. Deshalb ist ein Hybridkühlturm sogar leiser als ein herkömmlicher Nasskühlturm, da solche in der Regel ohne Schallschutz betrieben werden. Der Hybridkühlturm des Kernkraftwerks Neckarwestheim beispielsweise ist aus 800 Meter Distanz noch mit 32 Dezibel hörbar. Das entspricht in etwa dem Geräusch eines feinen Landregens.

Flüsse werden geschont

Aufgrund ihrer Grösse (etwa 1600 Megawatt elektrische Leistung) sind für die Ersatz-Kernkraftwerke in der Schweiz statt einer Flusswasserkühlung Hybridkühltürme vorgesehen. Trotzdem liegen die Standorte neben der Aare. Dadurch kann das im Hybridkühlturm verdunstete Wasser durch Flusswasser ersetzt werden. Die Menge ist allerdings klein. Bei Block II des deutschen Kernkraftwerks Neckarwestheim beispielsweise (1400 Megawatt) sind es lediglich gut 0,6 Kubikmeter pro Sekunde. Zum Vergleich: Die Wasserführung der Aare im Mittelland ist hundert- bis tausendmal grösser.

Flughafen ohne Dampffahne

Es gibt viele Bereiche, in denen aus technischen Gründen eine Kühlung notwendig ist, zum Beispiel in der chemischen Industrie, in Papierfabriken, in thermischen Kraftwerken oder zur Gebäudekühlung. Wo immer es eine Kühlung braucht: In allen Fällen muss die Abwärme an die Umgebung abgegeben werden. Geschieht dies über Nasskühltürme, ist eine Dampffahne meist unvermeidlich. Obwohl der Dampf harmlos ist, wirkt er oft störend, zum Beispiel wenn er die Sicht behindert oder Schatten wirft.

In solchen Fällen bietet ein Hybridkühlturm Abhilfe, weil er praktisch keine Dampffahne hat. So setzt der Flughafen Chicago O'Hare die Hybridtechnologie ein, um die Abwärme der Klimaanlage abzuführen, ohne den Flugzeugen durch Dampf die Sicht zu nehmen.

Ein Hybridkühlturm steht auch bei Block II des Kernkraftwerks Neckarwestheim in Deutschland. Er ist seit 1989 zuverlässig in Betrieb, die Technologie ist ausgereift.

Ein Hybridkühlturm besteht aus einem Nass- und einem Trockenteil. Beide benötigen Ventilatoren: der Nassteil, um genügend Luft zuzuführen, der Trockenteil, um die feuchte Luft zu trocknen.

Ein Hybridkühlturm stösst dieselbe Menge Dampf aus wie ein Nasskühlturm gleicher Leistung, nur ist der Dampf kaum sichtbar. Die durch die Ventilatoren des Trockenteils zugeführte, vorgewärmte und dadurch trockene Luft sorgt nämlich dafür, dass der Dampf nicht mehr gesättigt und deshalb nicht sichtbar ist. Die Energie zum Vorwärmen der Luft stammt aus dem Kühlwasser, muss also nicht extra erzeugt werden. Zum Stromsparen lassen sich die Ventilatoren des Trockenteils nachts abschalten, weil die Dampffahne dann nicht stört. Die Ventilatoren des Nassteils laufen permanent.

Gegenüber Nasskühltürmen hat die hybride Ausführung aber auch Nachteile. So benötigen die Ventilatoren Strom und reduzieren so die elektrische Leistung des Kraftwerks um ungefähr ein bis zwei Prozent. Zudem muss der Lärm der Ventilatoren durch spezielle Schallschutzmassnahmen gedämpft werden. Die Investitionen sind dadurch höher und der Betrieb teurer. Durch die ökologischen Vorteile (keine Flusswassererwärmung), die geringere Beeinträchtigung der Landschaft und das Wegfallen der Dampffahne werden diese Nachteile jedoch aufgewogen.