

Baukonstruktionen/Bauelemente

Auf dem Prüfstand: zwei Energiekonzepte zum Heizen und Kühlen von Büro- und Seminarräumen. MIT 2014 Award für Yannis Hien

Bewertung und Vergleich von zwei unterschiedlichen regenerativen Energiekonzepten zum Heizen und Kühlen von Büro- und Seminarräumen einer Hochschule nach den Kriterien des Nachhaltigkeitszertifikates BNB - ist der Titel der Bachelorarbeit von Yannis Hien. Mit der Verleihung des MIT 2014 Award der Hochschule Mainz wurde er für eine herausragende Abschlussarbeit gewürdigt. Hier die Zusammenfassung der Arbeit.



Campus Hochschule Mainz
Foto HM

Der Ansatz des ersten Energiekonzeptes war eine Regelung der Raumtemperatur über thermisch aktivierte Bauteile. Dabei wird wie bereits im ersten Bauabschnitt die Realisierung einer Betonkernaktivierung der Deckenelemente betrachtet. Der Vorteil liegt darin, dass das TABS sowohl zur Beheizung als auch zur Kühlung des Gebäudes verwendet werden kann. Außerdem sind geringe Vorlauftemperaturen möglich, die die Verwendung regenerativer Energiequellen begünstigen. Der durch den ersten Bauabschnitt vorhandene Anschluss an das Fernwärmenetz der Stadt Mainz kann somit ebenfalls verwendet werden. Der notwendige Luftwechsel erfolgt in den Seminarräumen über eine maschinelle Lüftung. Die Bürobereiche werden zusätzlich zum TABS mit statischen Heizkörpern versehen und die Lüftung erfolgt über mechanisch gesteuerte Fensterklappen. Diese garantieren bei Durchsetzung der notwendigen Lüftungsrate einen geringstmöglichen Transmissionsenergieverlust.

Beheizen und kühlen

Das gleiche Lüftungssystem wird beim zweiten Energiekonzept realisiert. Die Bürobereiche werden durch maschinell gesteuerte Fensterklappen belüftet und werden über statische Heizkörper temperiert. Im Gegensatz zum ersten Energiekonzept erfolgt die Kühlung der Seminarräume ausschließlich über die maschinelle Lüftung. Dabei wird das Konzept der adiabaten Kühlung angewendet. Eine Beheizung im Winter wird durch ein effizientes Wärmerückgewinnungsgerät (Wärmerückgewinnungsgrad >75%) erreicht. Notwendige Wärmezufuhr beim Anfahren oder zum Ausgleich von Lastspitzen ist durch den ohnehin vorhandenen Anschluss an das Fernwärmenetz der Stadt Mainz gewährleistet.

Da die Kühlung des Gebäudes im Sommer ausschließlich über die maschinelle Lüftungsanlage erfolgt, ist sowohl im Seminar- wie auch im Bürobereich eine Nachtauskühlung zwangsläufig notwendig. Diese kann durch Programmierung der ohnehin realisierten Lüftungsanlagen bzw. der vorhandenen maschinellen Lüftung durchgeführt werden.

Ergebnis

Der Vergleich beider Energiekonzepte erfolgte zum einen auf der Ebene der raumklimatischen Simulation und zum anderen auf der Basis der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Die entscheidende Herausforderung bei der Durchführung der thermisch-dynamischen Simulation mittels der Simulationssoftware TRANSYS 17 ist die Definition der Randbedingungen hier im Besonderen der internen Lasten, da die Auslastung der unterschiedlichen Bereiche tageszeit- und jahreszeitabhängigen Schwankungen unterliegt. Die individualisierten internen Lasten belaufen sich während der Nutzungsdauer in Büroräumen auf circa 322 Watt, in Seminarräumen auf 7.382 Watt. Es wird von einer durch die DIN 4108-2 vorgegebenen Nutzungsdauer von 7 Uhr bis 18 Uhr ausgegangen.

Entscheidende Kriterien bei der Beurteilung der raumklimatischen Bedingungen sind die Anforderungen nach BNB. Hierbei wird durch den Bauherren vorgegeben, dass die Bewertung des thermischen Komforts im Winter 100 Punkte erreichen soll. Besonderes Untersuchungsmerkmal ist dabei die operative Raumtemperatur, die zum Erreichen dieser Bewertung maximal 3% der Nutzungszeit über 24°C liegen darf (DIN EN 15251 Kategorie I). Den Simulationsuntersuchungen folgend erreichen beide Energiekonzepte die vorgegebene Punktzahl von 100 Punkten.

Nutzungsdauer nach
DIN 4108-2

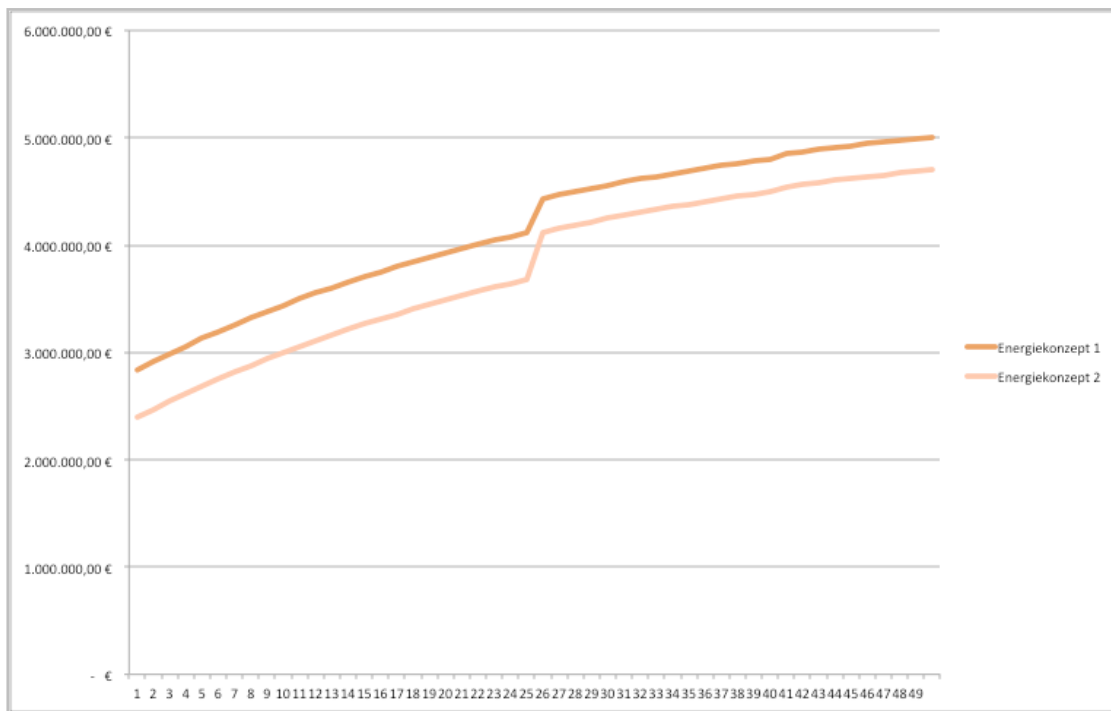


Abbildung 1 - Vergleich kumulierter Investitions-, Betriebs- und Energiekosten [Barwertmethode]

Für die Bewertung des thermischen Komforts im Sommer ist ein Zielkorridor von 75 bis 95 Punkten definiert. Energiekonzept 1 erfüllt diese Anforderungen und erreicht nach Bewertung der thermisch-dynamischen Simulation die Höchstpunktzahl von 100 Punkten. Energiekonzept 2 weist eine prozentual höhere Überschreitungsdauer auf und erreicht somit Qualitätsniveau 4 der operativen Temperatur und insgesamt 95 Punkte. Dieses Ergebnis liegt ebenfalls im Zielkorridor und ist somit ausreichend. Im Laufe der Simulationen beider Energiekonzepte bezogen auf den thermischen Komfort im Sommer hat sich herauskristallisiert, dass für das Einhalten der geforderten operativen Raumtemperaturen eine Nachtauskühlung des gesamten Gebäudes zwingend notwendig ist, welche über die maschinellen Fensterklappen beziehungsweise die vorhandene maschinelle Lüftung problemlos realisiert werden kann.

Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der beiden Konzepte wurden zum einen die primären Kosten, also die Herstellungskosten und zum anderen die sekundären Kosten, als die Betriebs- beziehungsweise Verbrauchskosten berücksichtigt.

Unter Berücksichtigung der für Heizung, Kühlung und Lüftung relevanten Kostengruppen (DIN 276, KGR 421, 422, 423, 432 und 435) ergeben sich für das erste Energiekonzept (2,76 Mio. €) um 18% höhere Investitionskosten als für das zweite Energiekonzept (2,35 Mio.€). Die pauschalisierten Nutzungskosten von

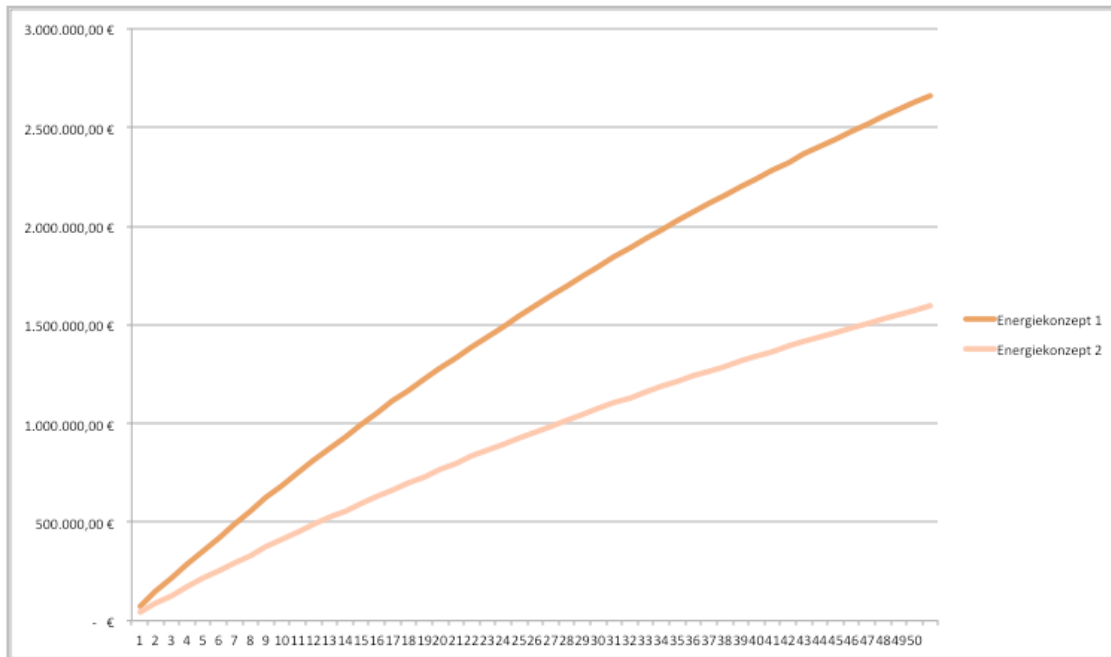


Abbildung 2 - Kumulierte Energiekosten

Energiekonzept 1 liegen mit 80.000 € 9,7% unter den Nutzungskosten des zweiten Energiekonzeptes (87.000 €). Die zu erwartenden Energiekosten belaufen sich auf 97.000 € für das erste und 73.000 € für das zweite Energiekonzept. Bei den angegebenen Investitions-, Betriebs- und Energiekosten ergibt sich bei einem realistischen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren und allgemein gängigen Lebensdauern der betrachteten Bauteile eine in Abbildung 1 dargestellte Kostenentwicklung. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass Energiekonzept 2 auch über einen langen Betrachtungszeitraum die günstigere Variante ist. Deutlich wird dies in Abbildung 2, in der die Energiekosten der beiden Konzepte verglichen werden und die Vorteile des zweiten Energiekonzeptes eindeutig herausgestellt werden, da die Energiekosten über den Betrachtungszeitraum deutlich geringer ausfallen.

Ausblick

Es ist bei dieser Bachelorarbeit zu beachten, dass die Aussagen und Empfehlungen im Zusammenhang mit vorher durch DIN-Vorgaben, Vorgaben des Nachhaltigkeitszertifikates oder Vorgaben von anderen Richtlinien definierten Annahmen getroffen wurden. Im Zuge der Betrachtungen ist aufgefallen, dass die Betrachtung einer Hochschule gewisse Besonderheiten insbesondere bezüglich Nutzerverhalten und Nutzungszeiten aufweist. Diese Betrachtung stellte sich als eine Bachelorarbeit als zu umfangreich heraus. Jedoch können gerade die Nutzungszeiten mit besonderer Beachtung der vorlesungsfreien Zeitkorridore einen enormen Einfluss auf die Bewertung des Raumklimas haben, da beispielsweise die enormen sommerlichen Temperaturextreme in Zeiten liegen, in denen die Räumlichkeiten der Hochschule nur einer eingeschränkten Nutzung unterliegen.

Auf Grundlage der Untersuchungen der vorliegenden Bachelorarbeit kann unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen die Aussage getroffen werden, dass das zweite Energiekonzept mit maschineller Lüftung und adiabater Kühlung das wirtschaftlich sinnvollere Konzept für einen Neubau der Hochschule ist. Da auch die vorgegebenen raumklimatischen Ansprüche erfüllt werden, wird dazu geraten, das hier untersuchte zweite Energiekonzept im zweiten Bauabschnitt der Hochschule Mainz zu realisieren.

Yannis Hien

[Besonderheiten bei Nutzerzeiten und Nutzerverhalten](#)