

Technik für das "Passive House Technology Experience Center", Sino-German Ecopark Qingdao

Joachim Cieslok, INCO Ingenieurbüro GmbH
Alexanderstraße 69-71, 52062 Aachen, BRD
Tel.: +49 (0) 241 4746741; j.cieslok@ib-inco.de

Einleitung

Im Folgenden wird die Gebäudetechnik im Bereich Heizen/Kühlen und Lüften für das erste Passivhaus-Bürogebäude in China vorgestellt. Konzipiert wurde das Gebäude von der Arbeitsgemeinschaft Rongen/Tribus/Vallentin, die Ausführungsplanung erfolgte in China durch das Planungsbüro CABR aus Peking. Das Passivhausinstitut begleitete das Projekt in allen Planungs- und Ausführungsphasen und führte die Zertifizierung durch.

Qingdao ist eine große Hafenstadt zwischen Peking und Shanghai mit zum Teil extremen Klimabedingungen. Im Sommer herrscht Tropenklima mit hoher relativer Luftfeuchtigkeit (90 %) bei hohen Temperaturen (30 °C), im Winter gibt es europäische Klimaverhältnisse.

Auf Grund dieser besonderen Anforderungen wurden u.a. besonders energiesparende Techniken für die notwendige Entfeuchtung der Außenluft entwickelt und realisiert.

Ausgangslage

Für verschiedene Klimazonen wurden vom PHI generelle Anforderungen für das Passivhaus erarbeitet [Passivhausinstitut, 2012] [Passivhausinstitut, 2016].

Im hier herrschenden Tropenklima ist das alles entscheidende Kriterium die Luftdichtigkeit des Gebäudes. Wird diese nicht optimiert, benötigen die technischen Systeme für Lüftung und Entfeuchtung extreme Energiemengen, um das Gebäude überhaupt funktionsfähig zu erhalten. An niedrigen Energieverbrauch ist dann überhaupt nicht mehr zu denken, die Ansprüche des Passivhauses sind niemals zu erreichen.

Zusätzlich problematisch im Projekt war das Vorhandensein unterschiedlichster Nutzungszonen wie Kongressräume, Büros, Wohnungen, Fitnessräume und ein Café / Restaurant.

Ziel

Umsetzung des Passivhaus-Standards mit entsprechend angepasstem Technikkonzept:

Gewählt wurde ein zentrales Lüftungssystem für das gesamte Gebäude mit den Aufgaben Heizen, Kühlen und Entfeuchten.

Die Wärme- und Kälteerzeugung erfolgt durch Wasser/Wasser-Wärmepumpen mit Erdsonden.

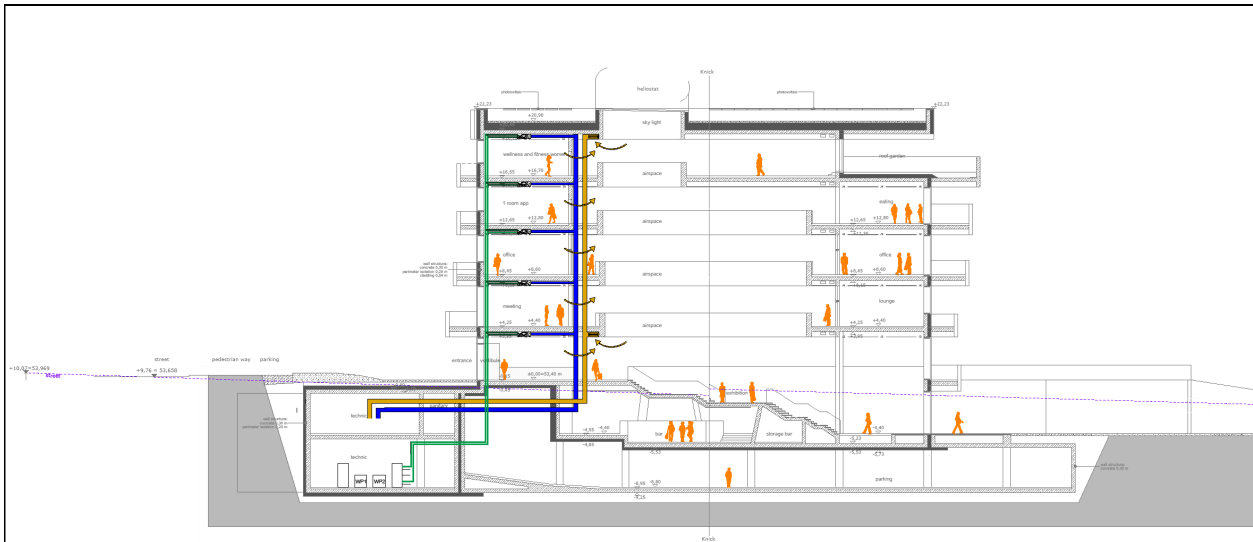


Abbildung 1: Übersichtsbild des Gebäudes mit allen technischen Anlagen

Rahmenbedingungen mit dem Bauherrn

Gerade in Zonen mit extremen Klimabedingungen ist die Festlegung moderater raumklimatischer Rahmenbedingungen ein ganz entscheidender Faktor für die Realisierung eines Passivhauses, da die Nutzer es dort gewohnt sind mit der üblichen Technik sehr hohe Temperatur und Feuchtedifferenzen zwischen Raum und Außen einzustellen (Thema Sommererkältung in extrem heruntergekühlten Räumen). Außerdem bleiben die Außenbauteile weitgehend Taupunktfrei, wenn die Innenraumtemperaturen hoch genug angesetzt werden. Dies ist u.U. in Bezug auf Ausführungsfehler bedeutend.

Die bei diesem Projekt vereinbarten zulässigen Raumkonditionen im Sommer sind:

- Bei Außenluftkonditionen 30 °C - 90% RH (entspricht 24,4 g/kgH)
 - ⇒ Zulässige Raumluftkonditionen 26 °C - 60% RH (entspricht 12,0 g/kgH)

Diese hohen zugelassenen Lufttemperaturen sind auch in Qingdao eher ungewöhnlich.

Entscheidend ist hierbei, dass mehr als 12 g Wasser pro kg Luft entfeuchtet werden müssen. Bei den notwendigen Außenluftstraten von bis zu 30.000 m³/h bedeutet das, dass im Vollastbetrieb 360 l Wasser in der Stunde aus der Zuluft auskondensiert werden müssen!

Dies ist mit konventioneller Technik natürlich extrem energieaufwändig.

Die notwendigen Heiz- und Kühlenergien sollen mit Wärmepumpen über Erdsonden erzeugt werden. Dies ist hier besonders sinnvoll, da Heiz- und Kühlbedarf vollständig getrennt voneinander auftreten und das im Winter abgekühlte Erdreich somit im Sommer wieder regeneriert wird. Es sind 80 Erdsonden mit je 115 m Tiefe eingebaut worden. Ziel war es nur mit Wasser ohne Glycolzusatz zu arbeiten, deshalb ist das Erdsondenfeld für europäische Verhältnisse deutlich überdimensioniert.

Konzept Lüftungstechnik

Luftführung im Gebäude

In diesem Projekt sollte möglichst nur ein technisches System für die Dienstleistungen Heizen, Kühlen und Lüften eingesetzt werden.

Dies ist durch den Einsatz von Induktionsauslässen in allen Räumen realisiert worden. Auf Grund der extremen Außentemperaturen fallen relativ hohe Kühllasten an, die nicht mehr alleine durch die Lüftungsanlage abgedeckt werden können.

Die Induktionsauslässe beinhalten ein Wasserkühlregister, das die zusätzlich erforderliche Kühllast (im Winter Wärmelast) bereitstellt. Die Auslässe sorgen außerdem durch ihre Konstruktion für eine intensive Vermischung der Zuluft mit der Raumluft.

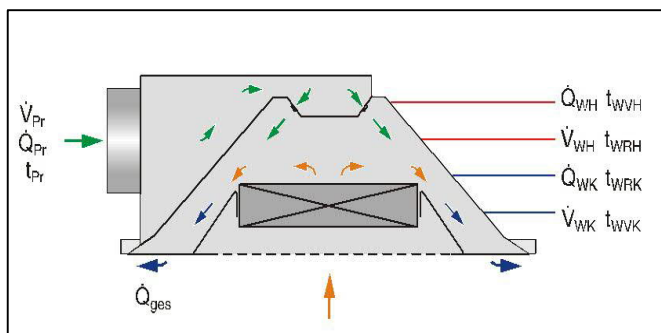


Abbildung 2: Funktionsschema Induktionsauslass

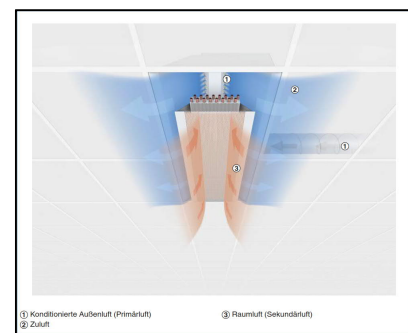


Abbildung 3: Wirkprinzip Induktionsauslass

Die Abluft der Räume wird durch schalldämmte Überströmungen in die zentrale Mittelzone des Gebäudes geleitet und dort zentral abgesaugt. Dadurch wird eine Mehrfachnutzung der aufwändig vorkonditionierten Zuluft erreicht, nicht jeder Raum benötigt Frischluft in Außenluftqualität!

Vorteile:

- Geringere Gesamtluftmenge und damit geringerer Aufwand für Außenluftbehandlung
- Kurzes Kanalnetz (Kostenvorteil und geringerer Druckverlust)

Lüftungsanlage

Um die erforderlichen Luftkonditionen mit minimalem Energieaufwand bereitzustellen, wurde eine besondere Konzeption der Lüftungsanlagen gewählt.

Das konventionelle Bauteil besteht aus den notwendigen Ventilatoren, Heiz- und Kühlregister, Schalldämpfern und Filtern und einem speziellen Rotationswärmetauscher, der nicht nur eine hohe Wärmerückgewinnung von über 80 % garantiert, sondern auch eine hohe Feuchterückgewinnung von ca. 80 % ermöglicht.

Dieser Sorptionsrotor mit hohem Feuchterückgewinnungsgrad ist hier das ganz entscheidende Bauteil, da er die extrem hohe Außenluftfeuchte aus dem Haus heraushält. Mit den in der Passivhaustechnik üblichen Plattenwärmetauschern ist dies nicht möglich. Hier müsste die gesamte Feuchtelast über ein Auskondensieren im Kondensator mit hohem Energiebedarf gedeckt werden.

Um den Energiebedarf für die Entfeuchtung noch weiter zu minimieren wurde nach dem Rotationswärmetauscher ein zusätzliches Bauteil mit Plattenwärmetauscher (WRG 60 %) und zusätzlichem Kühlregister zur Entfeuchtung angebaut.

Im Winterfall wird nur das konventionelle Geräteteil betrieben mit dem Rotor und 80 % WRG-Rate.

Im Sommerfall wird das zusätzliche Geräteteil zugeschaltet. Jetzt wird die Luft im 2. Kältereister zusätzlich stark unterkühlt und damit entfeuchtet. Diese entfeuchtete kalte Luft muss nun wieder auf die notwendige Einblastemperatur erwärmt werden. Dies erfolgt nicht wie sonst üblich über aktive Wärmezufuhr, sondern über den Einsatz des Plattenwärmetauschers.

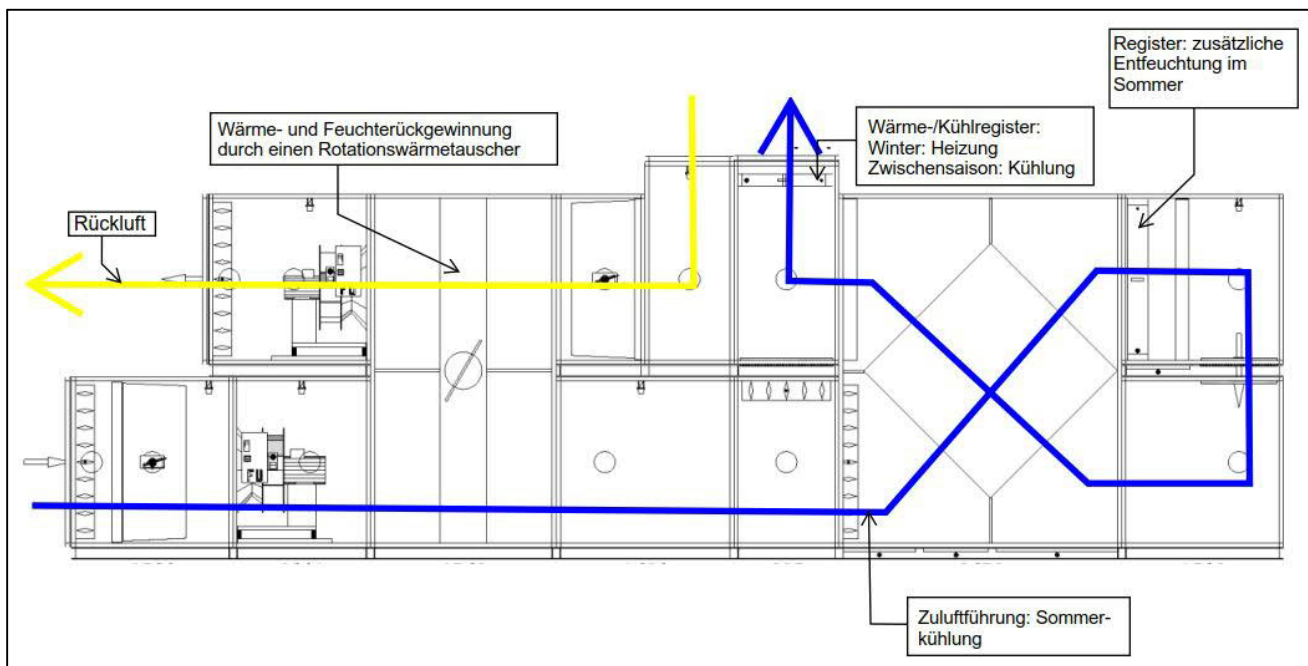


Abbildung 4: Lüftungsanlage mit Sorptionsrotor und zusätzlichem Plattenwärmetauscher

Energiebilanz im h,x-Diagramm

Die Energiebilanz ist im h,x-Diagramm dargestellt.

Da bei Wärmepumpen im Kühlbetrieb immer auch Abwärme anfällt könnte man meinen, dass sich die zusätzliche Energieeinsparung durch den Einsatz des Plattenwärmetauschers nicht lohnt.

Dies ist aber nicht richtig, da sich die Außenluft schon im ersten Durchgang durch den Plattenwärmetauscher über die Rückgewinnung abkühlt und zum Teil sogar schon auskondensiert. Dadurch reduziert sich die einzubringende Kühllast im Kältereister und damit der Gesamtenergieeinsatz über die Wärmepumpe erheblich.

Der Sorptionsrotor hat hierbei mit 149 kW den mit Abstand höchsten Einspareffekt. Der Plattenwärmetauscher reduziert die erforderliche Kühllast um weitere 66 kW, das sind etwa 22 % der gesamten wirksamen Leistung aller Komponenten von 301 kW.

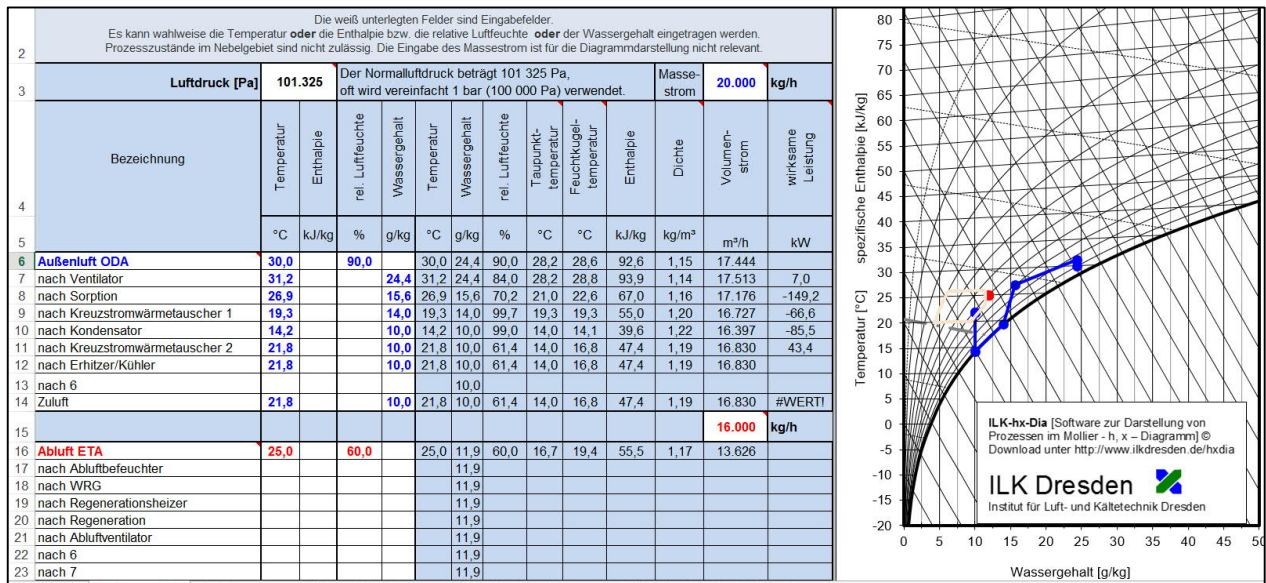


Abbildung 5: h,x-Diagramm Lüftungsanlage mit Sorptionsrotor und zusätzlichem Plattenwärmetauscher

Im Übrigen sollte man im Tropenklima die Lüftungsanlage im Überdruckbetrieb fahren und nicht wie in unseren Breiten im Unterdruck, um undefinierte Infiltrationen feuchter Außenluft ins Gebäude zu verhindern.

Wärmepumpenkonzept

Zur Wärme- und Kälteerzeugung wurde ein Wärmepumpenkonzept mit Erdsonden entwickelt.

Auch hier ergeben sich durch die örtlichen besonderen Klimabedingungen besondere Anforderungen.

In dieser Zone gibt es kaum eine Übergangsphase zwischen Sommer- und Winterhalbjahr, so dass entweder Heizbetrieb oder Kühlbetrieb erforderlich ist. Einen relevanten Zeitraum, in dem zwischen den beiden Betriebszuständen hin- und her geschaltet werden muss, gibt es nicht.

Da Wärmepumpen die höchsten Leistungszahlen und damit den geringsten Energieverbrauch haben, wenn die erzeugten Temperaturdifferenzen gering sind, ist es wichtig, die hydraulischen Verbraucher mit unterschiedlichen Temperaturanforderungen voneinander zu trennen.

Als Verbraucher existieren das hydraulische System der Induktionsauslässe und die Nacherhitzer der Lüftungsgeräte.

Im Winter wird nur ein Temperaturniveau gefahren, indem man die Lüftungsnacherhitzer mit dem niedrigen erforderlichen Temperaturniveau der Induktionsauslässe auslegt (45 / 40 °C).

Im Sommer benötigt man zwei unterschiedliche Temperaturniveaus, und zwar 16 / 19°C für die Induktionsauslässe (hier soll ja kein Kondensat mehr anfallen, die Kühltemperatur ist deshalb begrenzt) und 7 / 12 °C für die Entfeuchtung in den Lüftungsgeräten.

Um hier optimale Leistungszahlen für die Wärmepumpen zu erreichen wurden zur Bereitstellung der beiden Temperaturniveaus zwei Wärmepumpen eingesetzt.

Photovoltaikanlage

Zur Erreichung des PHPP Zertifizierung ist zusätzlich eine Photovoltaikanlage auf dem Dach des Gebäudes eingesetzt worden.

Stromsparen in hydraulischen Systemen

Zur Erreichung minimaler Energieverbräuche für die Antriebe in den hydraulischen Anlagen wurden außerdem diverse Optimierungen durchgeführt, die zumindest in China noch nicht selbstverständlich sind und auch zu einigen Problemen bei der Abstimmung mit den chinesischen Kollegen führten.

Dazu gehören:

Auslegung Lüftungsanlagen:

- Geschwindigkeiten in Luftkanälen 3 bis 5 m/s
- Optimierung der Regelungsbauteile nach energetischen Gesichtspunkten
- Alle Übergänge an den Bauteilen energetisch optimieren (Bögen anstatt Winkel, Luftleitbleche etc.)
- Energieoptimierte Auslegung der Ventilatoren auf die notwendige Leistung im Haupt-Arbeitsbereich

Auslegung Heizungs- und Kälteanlagen:

- Druckverluste Rohrnetze ≤ 50 Pa/m
- alle Armaturen energetisch optimieren, zum Teil größer als Rohrdimensionierung
- Diffusoren an den Pumpen, optimierte Übergänge an allen Bauteilen
- Trockenläuferpumpen mit Differenzdruckregelung

Ein großer Teil dieser Anregungen wurde auch realisiert, insgesamt besteht hier allerdings noch weiterer Optimierungsbedarf.

Gerade in diesem Projekt wird ein Monitoring der entscheidende Baustein sein, um die mit der eingesetzten Technik möglichen minimalen Energieverbräuche auch real zu erreichen.

Quellenverzeichnis

[Passivhausinstitut , 2012] Passivhausinstitut, Darmstadt, Passivhäuser für verschiedene Klimazonen 2016.

[Passivhausinstitut, 2016] Passivhausinstitut, Darmstadt, Passives Houses in Chinese Climates, April 2016.

Zusammenfassung

Es wird die Gebäudetechnik im Bereich Heizen/Kühlen und Lüften für das erste Passivhaus-Bürogebäude in Qingdao, China vorgestellt.

Für die extremen Klimabedingungen im Sommer (Tropenklima) wurden u.a. besonders energiesparende Techniken für die notwendige Entfeuchtung der Außenluft realisiert.