

Bezug: Passivhaus Institut, Rheinstraße 44/46, DE-64283 Darmstadt und Anichstraße 29/54, AT-6020 Innsbruck
Tel.: +49 (0) 6151 / 82 699-0; E-mail: mail@passiv.de, mail@phi-ibk.at
Internet: www.passiv.de; ISBN 978-3-00-055811-5

Tagungsband

21 INTERNATIONALE PASSIVHAUSTAGUNG 2017



*Passivhaus
für alle!*

28. – 29. April 2017
Wien | Österreich



Energiesparen in hydraulischen Systemen

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

Einleitung

Im Zusammenhang mit dem Monitoring externer Projekte wurde immer wieder festgestellt, daß im Bereich der Transportenergien bei der Technischen Gebäudeausrüstung trotz PH-Standard noch erhebliche Einsparpotentiale vorhanden sind. Es soll an Hand von konkreten Beispielen gezeigt werden, mit welchen Maßnahmen die vom Passivhaus geforderten geringen Transportenergien zu erreichen sind und was physikalisch dahintersteckt.

Es wird an jeweils einem Beispiel in der Heizungstechnik und einem in der Lufttechnik eine "Standardauslegung" mit einer "energetisch optimierten Auslegung" direkt miteinander verglichen.

Außerdem werden Beispiele von technischen Einbauten mit unterschiedlichen energetischen Qualitäten gegenübergestellt.

Heizungstechnik

Die derzeit üblicherweise verwendeten Planungsgrundlagen in der Haustechnik sind noch nicht auf möglichst niedrigen Energieverbrauch ausgelegt.

Standardauslegung:

- Rohrnetzberechnung mit Standardwerten von z.B. 100 Pa/m und mehr
- Standard-Armaturen in Rohrdimension nach Rohrnetzberechnung
- Standard-Rohrübergänge an allen Bauteilen
- Nassläuferpumpen mit Differenzdruckregelung, nicht wirkungsgradoptimiert
- Strangregulierventile, Differenzdruck-Regelorgane für den Hydraulischen Abgleich

Energetisch optimierte Auslegung

Die Physik machte es uns eigentlich sehr einfach alle Druckverluste zu reduzieren, da das Gesetz $E = \frac{1}{2} m v^2$ gilt. Eine Reduzierung der Geschwindigkeiten durch Wahl größerer Dimensionen aller Anlagenteile ist hier angesagt.

- Druckverlustarmes Rohrnetz mit ≤ 50 Pa/m
- Armaturen alle druckverlustarm ausgelegt, zum Teil größer als Rohrdimensionierung
- Diffusoren an den Pumpen, optimierte Übergänge an allen Bauteilen
- Trockenläuferpumpen mit Differenzdruckregelung, im Haupt-Arbeitsbereich wirkungsgradoptimiert

- Beachtet man die Passivhauskriterien so kann auf Strangreguliertventile bzw. Differenzdruck-Regelorgane verzichtet werden

Beispielsystem Rohrnetz Projekt Qingdao

Wir nutzen für den Vergleich ein konkret gebautes hydraulisches Netz aus einem Projekt in Qingdao in China.

Es handelt sich um das Netz zur Wärme- und Kälteversorgung von Induktionsauslässen.

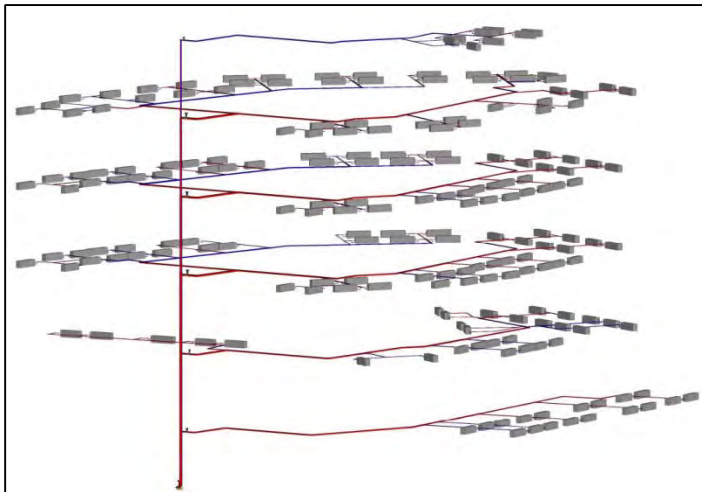


Abbildung 1: Rohrnetz Qingdao

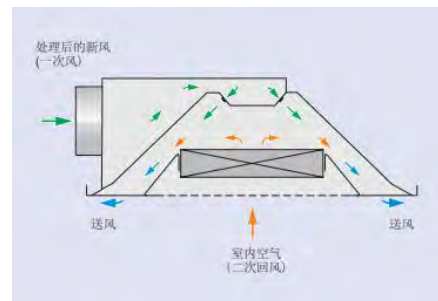


Abbildung 2: Induktionsauslass

Es wird im Winter mit erwärmtem Wasser und im Sommer mit gekühltem Wasser gefahren, hat also sehr hohe Laufzeiten. Alle Räume sind mit Temperaturregelungen ausgerüstet, die Regelventile an den Induktionsauslässen ansteuern. Die Pumpe des hier betrachteten Systems fährt also ganzjährig im Regelbetrieb. Für die Vergleichsrechnung wird zur Vereinfachung der Berechnung eine Volllaststundenzahl angenommen, die der Hälfte der Gesamtbetriebsstunden entspricht.

Netzdaten:

- Rohrlänge ca. 2000 m von DN 15 bis DN 150
- Ca. 200 Induktionsauslässe, 14 Netzarmaturen, 400 Armaturen an Induktionsgeräten
- Auslegungsvolumenstrom 66 m³/h
- Jahresbetriebsstunden 7000 h/a / Volllastbetriebsstunden 3500 h/a

Komponenten für Auslegung	Standard	Energieoptimiert
Rohrnetzberechnung Auslegungsgröße	100 - 200 Pa/m	50 Pa/m
Absperrarmaturen	Ventile	Klappen
Schmutzfänger	in Rohrdimension	eine Dimension größer
Rückschlagarmaturen	Ventile	Motor auf Absperrklappe
Rohrübergänge	Standardfittings	Diffusoren
Pumpen	Naßläuferpumpen	Trockenläuferpumpen

Tabelle 1: Komponenten für die Auslegung im Vergleich

Ergebnis der Auslegung	Standard	Energieoptimiert
Erforderlicher Differenzdruck Gesamtnetz [mWS]	7,3	3,8
Differenzdruck Armaturen [mWS]	2,4	0,3
Auslegungs-Betriebspunkt Pumpe	66 m ³ /h, 10 mWS	66 m ³ /h, 5 mWS
Erforderliche elektrische Leistung Pumpe [kW]	2,790	1,412
Stromverbrauch bei VB 3500 h [kWh/a]	9.765	4.942
Energiekosten bei 0,22 €/kWh Strompreis [€]	2.148,30	1.087,24
Vergleich zu Standard [€/a]		-1.061,06

Tabelle 2: Ergebnis der Auslegung im Vergleich

Rohrnetz	Optimiertes Rohrnetz, größere Dimensionen	6.338,50 €
Absperrarmaturen	Klappen statt Absperrventile	-1.211,00 €
Schmutzfänger	eine Dimension größer	192,00 €
Rückschlagarmaturen	Motor auf Klappen anstatt Rückschlagventile	94,00 €
Rohrübergänge	Diffusoren auf Pumpe	150,00 €
Regelorgane	Strangreguliertventile entfallen, dafür Klappen	-973,00 €
Pumpen	kleinere Pumpe, da geringerer dp	-861,02 €
Vergleich zu Standard		3.729,48 €

Tabelle 3: Aufstellung der Mehr- und Minderkosten

Einer jährlichen Einsparung von 1.061,- € stehen Investitions-Mehrkosten 3.730,- € gegenüber. Diese Mehrkosten haben sich also in weniger als 4 Jahren amortisiert.

In dem hier behandelten Projekt in Qingdao zeigte sich die Diskrepanz zwischen „Standardauslegung“ und einer optimierten Auslegung in extremer Weise, da die oben beschriebenen energetischen Optimierungen in China noch wenig in den Planungsprozess Einlaß gefunden haben. Die chinesischen Kollegen waren aus ihren bisherigen Planungsgrundlagen gewohnt, daß Heizungspumpen für größere Rohrnetze mindestens einen Differenzdruck von 15-20 mWS benötigen. Tatsächlich waren es dann 3,8 mWS.

Allgemeine Optimierungen der Hydraulischen Bauteile

Es gibt einige grundsätzliche Optimierungsmaßnahmen, die in allen Anlagen überprüft werden sollten. Zum Vergleich sind immer die Druckverlustwerte (Zeta-Werte) angegeben.

- Alle Pumpen mit Frequenzumformer (heute Standard), aber wirkungsgradoptimiert ausgelegt im Haupt-Arbeitsbereich, nicht bei Max-Leistung
- Absperrklappen oder Kugelhähne mit geringsten Druckverlusten anstatt Absperrventilen wo technisch möglich



Abbildung 3: Absperrventil
Zeta =



Abbildung 2: Absperrklappe
Zeta =

- Einsatz von Klappen mit Motorantrieb anstatt Rückschlagventilen wo technisch noch notwendig



Abbildung 3: Rückschlagventil
Zeta =



Abbildung 6: Absperrklappe
Zeta =

- Schmutzfänger und Rückschlagklappen immer eine Dimension größer als die zugehörige Leitung



Abbildung 4: Schmutzfänger
Zeta =



Abbildung 5: Schmutzfänger mit größerer Dimension in Rohrleitung
Zeta =

- Notwendigkeit des Einsatzes von Strangregulierventilen prüfen – bei energetisch optimal ausgelegten Anlagen sind diese normalerweise nicht mehr notwendig
- Diffusor nach „Strömungsmaschine“ Pumpen, Stoßverluste (Turbulenzen) minimieren. Spart bis zu 10% der Pumpenleistung!

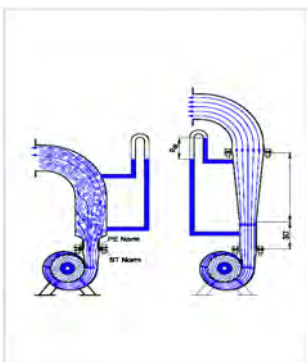


Abbildung 6: Strömungsverhalten nach Pumpe mit und ohne Diffusor, Verbesserung Zeta Faktor 10!



Abbildung 10: Beispiel Diffusor

Lüftungstechnik

Das Optimierungspotential im Bereich der Lüftungstechnik soll anhand einer Schwimmbad-Lüftungsanlage deutlich gemacht werden. Die Anlage muß auf Grund der Wasserverdunstung in der Halle ganzjährig in Betrieb sein, hat also sehr hohe Laufzeiten, das Einsparpotential ist also hier besonders hoch.

Auch hier sind die üblicherweise verwendeten Planungsgrundlagen in der Haustechnik nicht auf möglichst niedrigen Energieverbrauch ausgelegt.

Standardauslegung:

- Kanalnetzberechnung mit Standardwerten der Luftgeschwindigkeiten von 5 bis 10 m/s
- Standard-Regelungsbauteile in Kanaldimension nach Kanalnetzberechnung
- Standardübergänge an allen Bauteilen
- Auslegung der Ventilatoren auf Maximalleistung

Energetisch optimierte Auslegung

- Kanalnetzberechnung mit Luftgeschwindigkeiten von 3 bis 5 m/s
- Optimierung der Regelungsbauteile nach energetischen Gesichtspunkten
- Alle Übergänge an den Bauteilen energetisch optimiert (Bögen anstatt Winkel, Luftleitbleche etc.)
- Energieoptimierte Auslegung der Ventilatoren auf Leistung im Haupt-Arbeitsbereich

Beispiel Hallenbad

Minimierte Kanaldruckverluste

Der Standardwert „externe Druckverluste für die Kanalnetze (AUL + ZUL bzw. ABL+FOL incl. Schalldämpfer)“ werden von den Geräteherstellern mit 400 bis 600Pa angesetzt und in dieser Größenordnung in der Praxis auch häufig geplant. Im hier behandelten Standard-Vergleichsbad erfolgte eine Auslegung mit einem externen Druckverlust von 500 Pa. Im energetisch optimierten Bad liegt der externe Druckverlust mit 220 Pa deutlich niedriger.

Minimierte Druckverluste des Lüftungsgerätes, insbesondere des Tauschers

Die internen Druckverluste sind prinzipiell durch Wahl eines größeren Gerätes einfach zu reduzieren ($E=1/2mv^2$). Eine besondere Bedeutung kommt der Auswahl des Wärmerückgewinnungsaggregats zu.

Im energetisch optimiertem Bad wurde ein doppelter Plattenwärmetauscher mit einem Wärmerückgewinnungsgrad von 89% (feucht; 73% trocken, bei 100% Volumenstrom) und einem Druckverlust von 160 Pa eingesetzt. Bei Teillast ist der Wirkungsgrad deutlich über 90% (feucht) und 75% (trocken) und erfüllt damit das Passivhauskriterium. Im Standard-Vergleichsbad liegt der Wärmerückgewinnungsgrad bei 78% (feucht bei 100% Volumenstrom). Der Druckverlust liegt bei 300Pa.

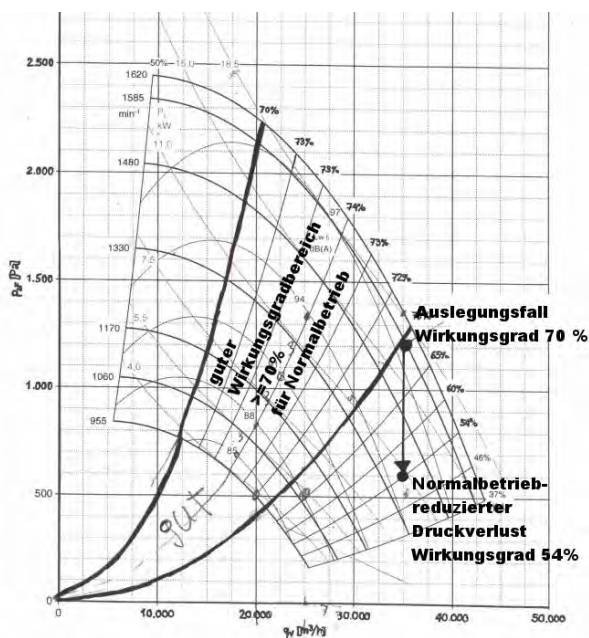
Ventilator bei der Auslegung im tatsächlichen Betriebspunkt optimieren

Ein großes Einsparpotential kann dadurch erschlossen werden, dass der Ventilator so gewählt wird, dass der optimale Wirkungsgradbereich im tatsächlichen Betriebspunkt liegt und nicht im maximalen Auslegungsfall. In der Praxis findet man häufig folgende Situation: Die Auslegung der Anlage enthält viele Sicherheiten bezüglich der notwendigen

Ventilatorpressung. Hinzu kommen die variierenden Druckverluste von Filtern und Bypässen usw. Durch die Drehzahlregelung der Ventilatoren über Frequenzumformer kann der tatsächlich benötigte Förderdruck in einem weiten Bereich angepasst werden. Der Druckverlust wird so bei der Auswahl des Ventilators tendenziell zu hoch (maximaler Auslegungsfall) angesetzt. Der tatsächliche Betriebspunkt (bei deutlich geringerem Druckverlust) liegt dann häufig in einem deutlich schlechteren Wirkungsgradbereich. Das kann in der Praxis durchaus 25% mehr Stromverbrauch bedeuten. Anschaulich wird dieser Zusammenhang in Abbildung 1 dargestellt.

Als Faustformel für die „Strömungsmaschine“ Ventilator gilt:

Geringe Drücke erfordern einen großen Ventilator mit kleinem Motor
 Große Drücke erfordern einen kleinen Ventilator mit großem Motor.



**Abbildung 11: Ventilatorcharakteristik
 Veränderung des Wirkungsgrads für
 unterschiedliche Betriebspunkte
 (maximaler Auslegungsfall-
 Normalbetrieb)**

Die nach Standard ausgelegte Schwimmhallenanlage hat eine spez. elektr. Ventilatorleistung von ca. $1 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ ($3600 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{s})$; Zuluft + Abluft). Die Lüftungsanlage im energetisch optimierten Bad benötigt aufgrund einer konsequenten hydraulischen Optimierung lediglich eine spez. Leistung von $0,38 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ ($1370 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{s})$). Das Passivhauskriterium schreibt für die Zertifizierung von Lüftungsgeräten einen Kennwert von $0,45 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ ($1640 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{s})$) vor [Passivhaus Institut, 2012]. Betrieben werden die Anlagen mit durchschnittlich ca. 2/3 des maximalen Volumenstroms, bei ca. 1/3 der elektrischen Leistung. Hieraus ergeben sich für den Normalbetrieb ca. $0,19 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ ($680 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{s})$) für das energetisch optimierte Bad und ca. $0,5 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ ($1800 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{s})$) für das Standardbad.

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 Außenluftraten von bis zu 30.000 m³/h bedeutet das, dass im Volllastbetrieb 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.

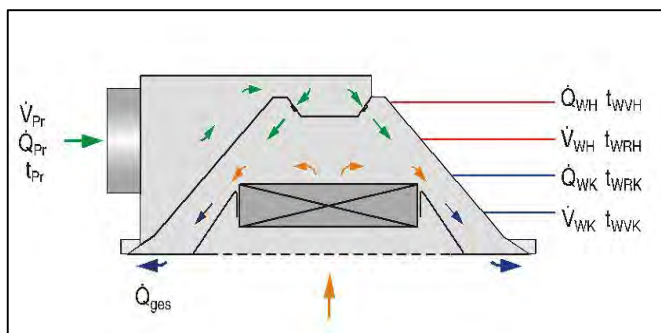


Abbildung 2: Funktionsschema Induktionsauslass

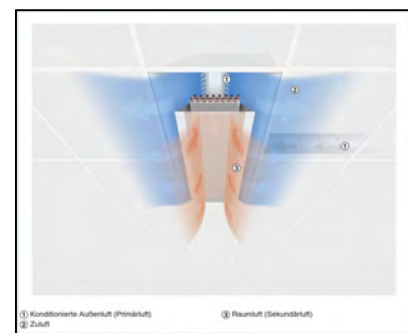


Abbildung 3: Wirkprinzip Induktionsauslass

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.

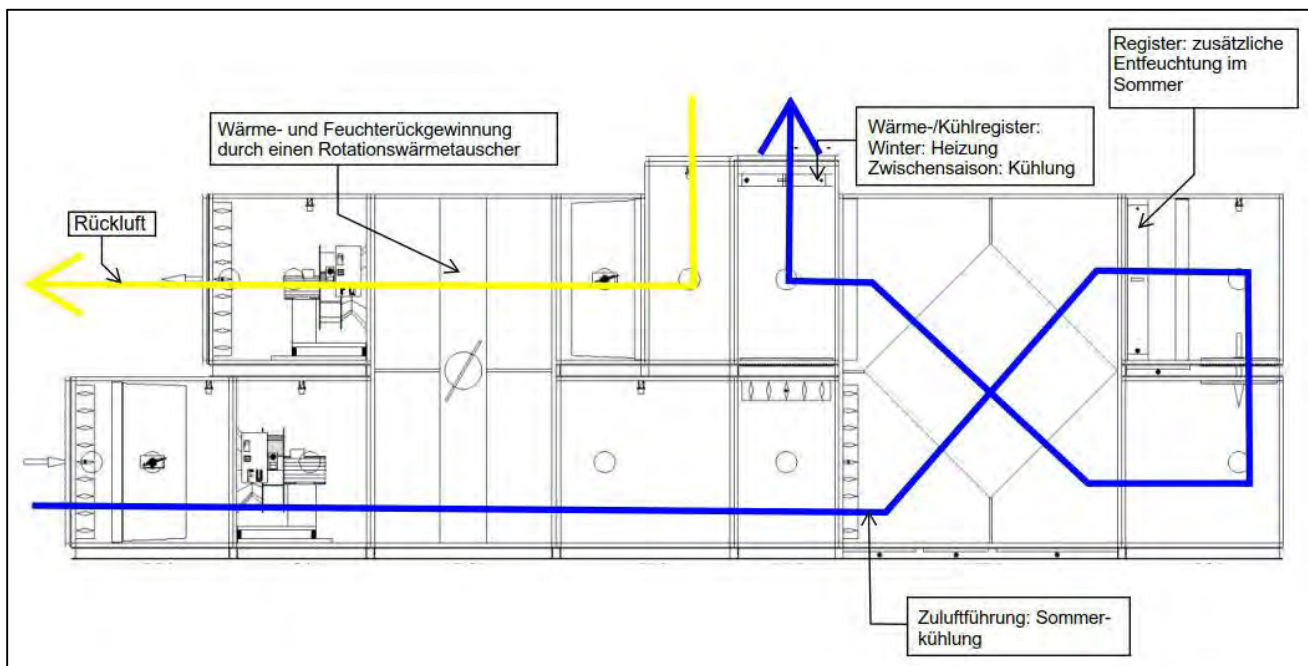


Abbildung 4: Lüftungsanlage mit Sorptionsrotor und zusätzlichem Plattenwärmetauscher

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.

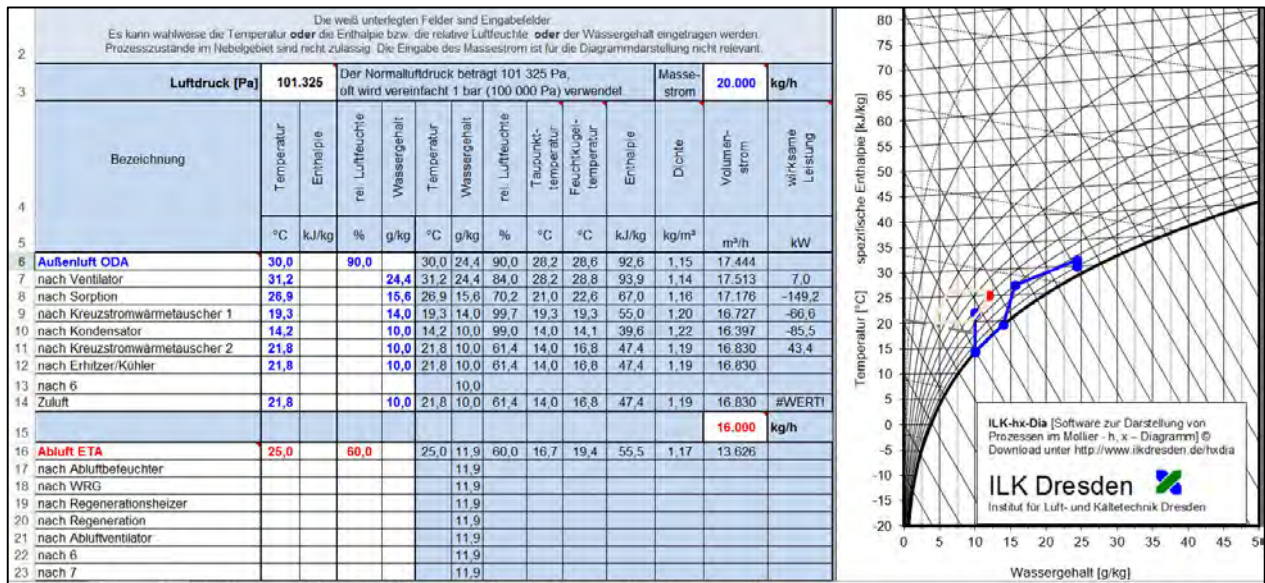


Abbildung 5: h,x-Diagramm Lüftungsanlage mit Sorptionsrotor und zusätzlichem Plattenwärmetauscher

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 der 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.