

ENERGETISCHE SANIERUNG AM FLUGHAFEN FRANKFURT AUF DER BASIS VON CBP ENERGY REFURBISHMENT®

Dr. Christian Dietl, Christian Franz, Thomas Steinwider
 CBP Technische Ausrüstung GmbH, Georg-Muche-Straße 1, 80807 München

www.cbp.de/nachhaltigesbauen

KURZFASSUNG

CBP Energy Refurbishment® steht für den strategisch herbeigeführten Wandel von Bestandsgebäuden hin zu zukunftsgerichteten, energieeffizienten Immobilien. Mit Hilfe dieser Optimierungsstrategie, die sich am Leitgedanken der Nachhaltigkeit orientiert, konnten jüngst am Terminal 1 des Frankfurter Flughafens auf einer Gesamtfläche von über 240.000m² primär-energetische Einsparpotenziale von 46,1% oder umgerechnet ~9.500t CO₂ pro Jahr quantifiziert werden. Erreicht wurde dies durch den konsequenten Einsatz von Simulations-Tools in Kombination mit einem Value-Engineering-Verfahren, durch das weitere Projektziele und qualitative Kundenvorstellungen in ein realisierungsfähiges und ganzheitlich optimiertes Gesamtkonzept überführt wurden.

ABSTRACT

CBP Energy Refurbishment® stands for the strategic effected change of your assets to forward-looking, energy efficient real estates. Following the guiding idea of sustainability this optimization strategy helped to quantify a 46.1% cut in future primary energy demand for a 240.000sq lot at Frankfurt Airport Terminal 1, reducing annual carbon emissions by ~9.500 tons. This was accomplished by consequently using simulation tools in combination with a value engineering process, compiling further project goals and qualitative customer preferences to an integrated concept.

EINFÜHRUNG

Gebäude sind mitunter Hauptverursacher des globalen CO₂-Anstiegs und Klimawandels wobei deren Haupteinsparpotenziale bekanntlich im Gebäudebestand liegen. Dies trifft insbesondere für hoch installierte Gebäude wie Flughäfen zu.

Zur Identifizierung von Energieeinsparpotenzialen am Terminal 1 des Frankfurter Flughafens wurde CBP durch die Fraport AG mit der Erstellung einer schrittweise umzusetzenden Sanierungsstrategie beauftragt. Dabei sollten bauliche, gebäude- und brandschutztechnische Mängel behoben und darüber hinaus mindestens 30% Primärenergie eingespart werden.

Beleuchtet werden sollen im folgenden Beitrag die Fragen nach der zu wählenden Vorgehensweise, in welcher Detailschärfe sich eine Gesamtfläche von 240.000m² bzw. 4.000 Räumen überhaupt noch abbilden lässt sowie die grundsätzliche Problematik beim Ausweisen von Einsparpotenzialen.



Abbildung 1 Terminal 1, Frankfurt Foto: Fraport AG

Zu Projektbeginn wurden zunächst ganz im Sinne des Nachhaltigen Bauens rein energetische Zielsetzungen um weitere ökonomische, ökologische und soziokulturelle Ziele ergänzt. Gerade Letztere konnten oft erst durch den Einsatz von CBP Value Engineering aus der Ebene rein qualitativer Kundenwünsche hin zu technisch äquivalenten Rahmenbedingungen übersetzt werden. Dadurch wurden nicht nur Entscheidungsprozesse vereinfacht, sondern eine Basis geschaffen, frühzeitig konkrete Ziele des Bauvorhabens in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber zu identifizieren und entsprechend zu priorisieren.

Aus diesem Prozess resultierte unter anderem die Kategorisierung aller Flächen des beauftragten Bearbeitungsabschnittes (nachfolgend als BAA bezeichnet) in sogenannte *Raumtypen*. Gemeint sind damit eine Reihe klar definierter Attribute für die Beschaffenheit zukünftiger Räume wie etwa Nutzerengriffsmöglichkeiten, Temperatursollwerte, Raumluftqualitäten oder thermische Behaglichkeit.

SIMULATION

Um dem Ziel einer 30%igen Energieeinsparung gerecht zu werden, wurde maßgeblich auf bereits entwickelte Optimierungsstrategien und Simulationsverfahren des CBP eigenen Dienstleistungsproduktes CBP Energy Refurbishment® zurückgegriffen. Aufbauend auf einem *Potentialcheck*, in dessen Zuge mögliche Einsparpotentiale zunächst kategorisiert wurden, folgte die zentrale *Potentialanalyse*.

Dabei wurden unterschiedliche, zuvor mit dem Auftraggeber abgestimmte Optimierungsvarianten einem technisch wirtschaftlichen Vergleich unterzogen. Neben Energiebedarfswerten, Betriebs- und Investitionskosten wurden auch Leistungsfähigkeit und der zu erzielende Komfort der unterschiedlichen Systeme beurteilt.

Vorgehensweise

Die der Simulation zugrunde liegende Vorgehensweise lässt sich grundsätzlich durch zwei gängige Management-Ansätze skizzieren: *Bottom Up* bzw. das *Pareto Principle*.

Über die *Bottom Up* Strategie lässt sich die „Synthese“ vom einzelnen Raumtypen zur gesamten Energiebilanz des BAA transparent und strukturiert darstellen. Als Ausgangsbasis dienten die insgesamt ca. 4000 Räume des BAA, die in einem der ersten Planungsschritte klar definierten Raumtypen mit entsprechenden Attributen zugeordnet wurden. Zudem wurde jeder Lüftungsanlage im gesamten BAA eine Wirkfläche zugeordnet, also jene geometrische Fläche, die von eben dieser Lüftungsanlage versorgt wird. Bereits durch diese beiden Maßnahmen konnte somit der gesamte BAA kategorisiert werden, nämlich in räumlich begrenzte Zonen, dessen Flächen durch ein Portfolio von klar definierten Raumtypen charakterisiert sind, den sogenannten Anlagenwirkflächen.

Auf dieser Ebene fanden dann die wesentlichen Optimierungs- bzw. Simulationsuntersuchungen statt. Mögliche Systemvarianten für einzelne Raumtypen und übergeordnete Anlagenkonzepte wurden unter Berücksichtigung der energetischen Wechselwirkung zwischen Raum- und Anlagenseite in ihrer Gesamtkonfiguration variiert, um, bezogen auf die gesamte Anlagenwirkfläche unter energetischen bzw. wirtschaftlichen Gesichtspunkten, ein Optimum zu generieren. Dadurch wurden spezifische Entscheidungsgrundlagen auf Anlagenebene erstellt, die sich in drei weiteren Schritten zunächst auf der Ebene von Lüftungszentralen, später auf der Ebene eines gesamten Gebäudes und letztendlich des gesamten bearbeiteten Bauabschnittes zusammenfassen ließen.

Unter Berufung auf das *Pareto Principle* (auch als 80/20 Prinzip bekannt) lässt sich ein weiteres Element der gewählten Optimierungsstrategie herleiten, welches den Fokus auf das Verhältnis von Nutzen zu Aufwand richtet und somit erst eine wirtschaftliche Abwicklung eines Auftrags dieser Größenordnung (240.000m², 4000 Räume) gewährleistet.

Zur Simulation des Energiebedarfs im Ist-Zustand durch wurden Informationen aus der vorangegangenen Bestandsanalyse genutzt, um eine erste Klassifizierung hinsichtlich vorhandener Energieeinsparpotentiale zu treffen. Dabei konnten Bereiche mit hohen von jenen mit geringem Einsparpotentialen unterschieden werden. In Abhängigkeit dieser Differenzierung wurde in Folge zunächst die Abbildungsschärfe der weiterführenden Simulationsberechnungen bestimmt. Bei Anlagenwirkflächen mit geringen Einsparpotentialen wurde die energetische Betrachtung im weiteren Verlauf auf die Anlagenebene konzentriert. Erzielbare Einsparungen bei diesen Anlagen ergaben sich durch die Anpassung der Anforderungen sowie den Einsatz effizienterer Anlagentechnik. Für den Fall hoher prognostizierter Energieeinsparpotentiale wurde eine sehr viel tiefer gehende energetische Betrachtung von Raum- und Anlagenseite durch die Simulation durchgeführt, welche zu belastbaren prognostizierten Einsparpotentialen führte.

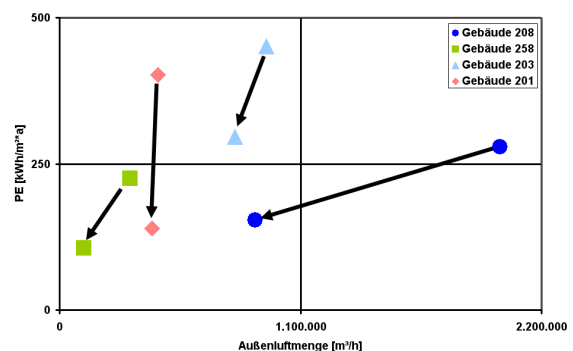


Abbildung 2 Energieportfolio

Ökologisch Ökonomisches Optimum (ÖÖO)

Im Fall eines grundsätzlich angestrebten Systemwechsels diente zur Findung der letztendlich empfohlenen Systemkonfiguration die Maxime der optimalen Reduzierung des Primärenergiebedarfs, die des *Ökologisch Ökonomischen Optimums* (ÖÖO).

Mit „optimal“ ist dabei der Bezug zur gleichzeitig angestrebten ökonomischen Rentabilität hergestellt. Dieser wird bei CBP intern durch eine eigens eingeführte Kennzahl bewertet (ÖÖO), die einer erzielbaren Primärenergieeinsparung gegenüber dem Ist-Zustand die jeweilige monetäre Gesamtinvestition in Euro pro eingesparte kWh Primärenergie gegenüberstellt.

Auf dieser Basis wurden in Folge sämtliche Simulationsberechnungen durchgeführt. Verwendet wurde dazu das Software-Tool *TRNSYS 16*, insbesondere zur Abbildung von Anlagentechnik wurden aber gezielt auch Eigenentwicklungen von CBP zum Einsatz gebracht. Das zukünftige Energiekonzept beruht im Wesentlichen auf einem Systemwechsel von „Nur-Luft“- zu „Luft-Wasser“-Systemen, einer bedarfsgeregelten Lüftung, intelligenter Tageslichtsteuerung sowie dezentraler Wärme-Kältekopplung in Kombination mit optimaler Nutzung der freien Kühlpotentiale der Außenluft.

Durch die aufgezählten Maßnahmen konnte in Summe eine Reduzierung des zukünftigen Primärenergiebedarfes in Höhe von 46,1 % quantifiziert werden. Die korrespondierenden Energiekosten sinken um 49,1% während sich das zukünftige CO₂-Äquivalent um 48,7% reduzieren lässt.

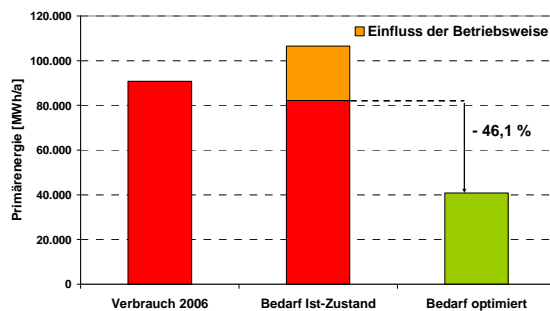


Abbildung 3 Gesamtoptimierungspotential

DISKUSSION & ERGEBNISANALYSE

Mit Hinblick auf den ausgewiesenen Projekterfolg soll an dieser Stelle die Frage nach der Belastbarkeit und Aussagekraft sowie die der grundsätzlichen Möglichkeiten zur Darstellung relativer Energieeinsparungen diskutiert werden.

Energiebedarf vs. Energieverbrauch

Dazu galt es zunächst abzuwägen, als Basis für die auszuweisende Einsparung entweder den gemessenen Energieverbrauch oder aber den simulierten Energiebedarf im Ist-Zustand heranzuziehen. Diese sind zwar im Idealfall, jedoch nicht notwendigerweise identisch. So wurden beim vorliegenden Projekt am Frankfurter Flughafen wirtschaftliche Entscheidungsvorlagen auf Ebene von Anlagenwirkflächen erarbeitet. Entsprechende Verbrauchsdaten aber lagen in dieser Detailschärfe zum Teil nicht vor bzw. mussten in Ausnahmefällen sogar als unplausibel bewertet werden. Genau dafür aber benötigte man bereits simulierte Energiebedarfswerte für den Ist-Zustand, da eine Plausibilisierung anhand von Benchmarks aufgrund Nichtvorhandensein selbiger oftmals gar nicht möglich war.

Plausibilisierung von Energieverbräuchen

Hilfestellung dabei kann insbesondere das „Ranging“ geben. Eingegrenzt wird damit jener Bereich, der nach oben und unter durch den jeweils best- bzw. am schlechtest möglichen Betrieb der bestehenden Anlagenkonfiguration resultiert (siehe oranger Bereich in *Abbildung 3*). Berücksichtigt wird dadurch also der Einfluss der Betriebsweise durch das Nutzerverhalten. Eine simulierte Bandbreite hinsichtlich des zu erwartenden Energiebedarfs gibt daher sowohl für die Abbildung des Ist-Zustandes als auch zur Simulation von zukünftigem Bedarf einen relativ belastbaren Anhaltspunkt zur Verifizierung von Verbrauchswerten. Abschließend ist in der Diskussion der aussagekräftigsten Datenbasis das Argument der „Fehlerneutralisierung“ einzuordnen.

Mögliche Fehlerneutralisation beim Ausweisen von simulierten Energieeinsparpotentialen

Gemeint ist damit die Möglichkeit, die jeder Simulation zugrunde liegenden, notwendigerweise zu treffenden Annahmen in ihrer Fehleranfälligkeit zu neutralisieren. Primär betrifft dies das menschliche Nutzerverhalten sowie die hinterlegten Wetterdatensätze. So können beispielsweise Wetterdaten von ein und demselben Standort je nach herangezogener Quelle Unterschiede im Jahresheiz- bzw. Kältebedarf von mehr als 15% zur Folge haben. Daher ist der simulierte Ist-Zustand vorhandenen Energieverbrauchs-messungen vorzuziehen, um qualitativ belastbarer Einsparungen auszuweisen.

Ziel einer jeden Simulation muss es dennoch sein, gemessene Verbrauchswerte zu verifizieren bzw. im Falle nennenswerter Abweichungen deren Ursachen durch weiterführende Untersuchungen zu beleuchten. Dies ist im vorliegenden Projekt am Frankfurter Flughafen hervorragend gelungen, wie *Abbildung 3* eindrucksvoll dokumentiert. Als Basis der ausgewiesenen Primärenergieeinsparung von 46,1 % wurde dabei sogar der optimale Betrieb der bestehenden Anlagenkonfiguration unterstellt.

ZUSAMMENFASSUNG

Einsparungen von 50% allein auf der Energiebedarfsseite sind bei hoch installierten Bestandsgebäuden keine Seltenheit. Hinzu kommen in der Regel weitere Einsparpotentiale durch eine optimierte Energiebereitstellung, die durchaus im Bereich von 10 bis 40 % liegen können. Durch stringente Gegenüberstellung von bedarfsorientierten Simulationsergebnissen kann zudem die Aussagekraft von Einsparpotentialen erhöht werden.