

Erfahrungen mit kontrollierter Raumbelüftung an Schulen – Komfort, Energie und Kosten

Christoph Muss

Ein guter Komfort in Schulen beeinflusst das Lern- und Lehrklima positiv, ein Raumklima außerhalb des Komfortbereichs führt dagegen zu Leistungsminderungen, behindert einen guten Unterricht und kann im Extremfall sogar Krankheitsbeschwerden verursachen. Speziell im Winter stehen angenehme Raumtemperaturen und gute Luftqualität bei konventionellen Schulen mit konventioneller Fensterlüftung und Heizkörpern jedoch im Widerspruch zu einem niedrigen Wärmeverbrauch.

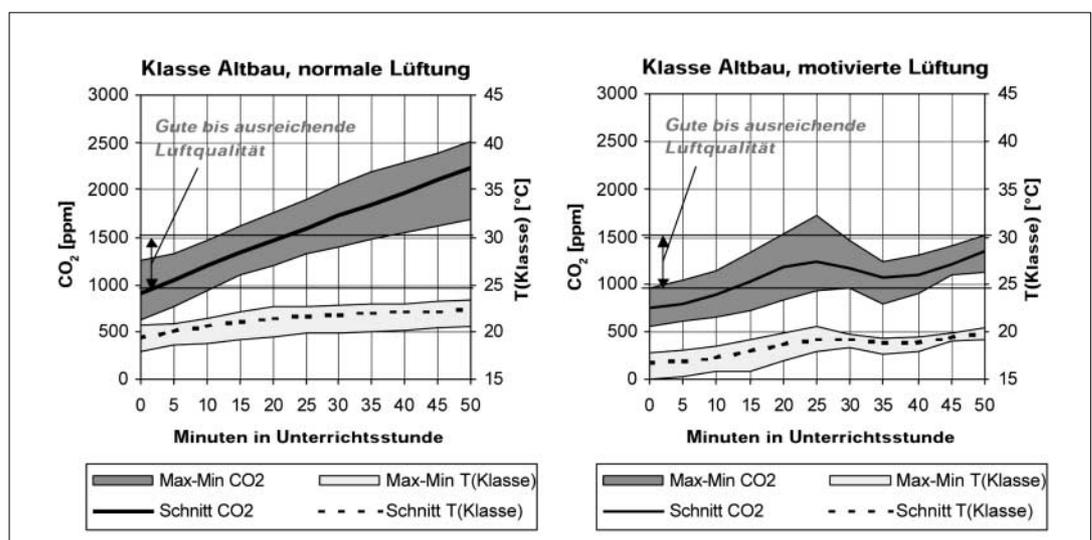
In der dichtbesetzten Klassenraumsituation ist die Luftqualität primär durch die Menschen und die Lüftung beeinflusst. Durchaus kritische Sondersituationen können sich durch Ausdünstungen von Baustoffen, Möbeln, Lacken etc. oder standortbedingt belastete Außenluft ergeben, auf diese wird hier allerdings nicht eingegangen.

In der Gegenüberstellung CO₂-Emissionen durch Atmung, Frischluftbedarf und Frischluftzufuhr über Undichtigkeiten und Fensterlüftung ergibt sich wie folgt:

- CO₂-Emission pro Schüler: 10 – 15 l/h, je nach Alter und Aktivität
- Entsprechender Frischluftbedarf pro Schüler: 12 bis 19 m³/h (Richtwerte für Lüftungen inklusive Berücksichtigung des Abtransportes geringer sonstiger Schadstoffe: 15 m³/h für bis 10-jährige, 20 m³/h für über 10-jährige)
- Frischluftbedarf gesamte Klasse, 25 Schüler: 300 bis 475 m³/h
- Übliches Klassenvolumen: 60 bis 65 m³ * 3.2 m = ca. 200 m³
- Belüftung über Fugenundichtigkeiten bei konventioneller Fassadendichtigkeit im Neubau: Luftwechsel ca. 0.1 bis 0.2 pro Stunde = 20 bis 40 m³/h
- Lüftung bei einseitig gekippten Fenstern (wenn ohne Zugerscheinungen möglich): Luftwechsel ca. 0.5/h bis 1.5/h = 100 m³/h bis 300 m³/h
- Stoßlüftung über 5 min Pause: ca. 200 m³ bis 400 m³ Frischluftzufuhr

Wie die Gegenüberstellung zeigt, liegt der hygienisch notwendige Frischluftbedarf in der Klasse erheblich über der üblicherweise in der Klasse – insbesondere bei ungünstigen Außenbedingungen (zu kalt/zu heiß, Wind, Lärm) – stattfindenden Frischluftzufuhr über Fenster und Fugenundichtigkeiten. Die Luftqualität bei Lüftung über die Fenster ist stark von der Raumgröße und der Dauerbelüftbarkeit über gekippte Fenster oder Fugen abhängig. In dieser Hinsicht haben Altbauten Vorteile aufgrund ihrer Raumhöhe, den undichten Fenster mit Luftvorwärmung über das Kastenfensterprinzip und den darunterliegenden, mit hohen Vorlauftemper-

Abb. 1: Messung CO₂-Konzentration und Raumlufttemperaturen BG Dornbirn "Altbau". Klassenvolumen 263.4 m³, Fugenluftwechsel durch Außenluft bei geschlossenen Fenstern: im Schnitt 0.41/h, Berechnungsgrundlage Dichtigkeitsmessung.



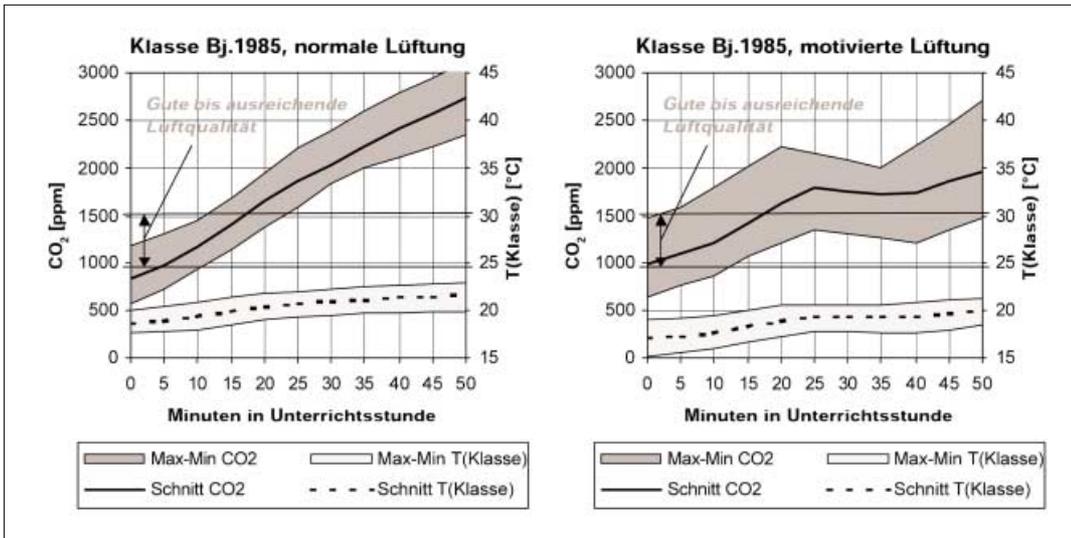


Abb. 2: CO₂-Konzentration und Raumlufttemperaturen BG Dornbirn „Neubau“ Bj.1985. Klassenvolumen 225 m³, Fugenluftwechsel durch Außenluft bei geschlossenen Fenstern: im Schnitt 0.14/h, Berechnungsgrundlage Dichtigkeitsmessung.

peraturen betriebenen Heizkörpern. Dies zeigen z.B. auch Messungen am BG Dornbirn (siehe Abbildungen 1 + 2). Diese Vorteile der Altbauklassen gehen jedoch zu Lasten eines höheren Heizwärmebedarfs durch Wärmeverluste über Undichtigkeiten insbesondere nachts und in Zeiten ohne Schulbetrieb. Zudem ergeben sich in den undichten Fugen Probleme mit Zugluft, Kondensat, leichtere Schimmelbildung und Schallübertragung.

Selbst bei motiviertem Fensterlüftungsverhalten in den Klassenräumen – Lüftung in den Pausen, Lüftung jeweils ca. 20 bis 25 min nach Unterrichtsbeginn – war eine Einhaltung der Komfortgrenzen von 1000 bis 1500 ppm CO₂ in den Klassen auch im undichten Altbau mit hohem Klassenraumvolumen kaum möglich, im Neubau stiegen auch hierbei die CO₂ Werte über 2500 ppm. Langzeitmessungen an Schulen zeigen bei üblichem Lüftungsverhalten häufig Werte um 3000 bis 4000 ppm CO₂ in den Klassenräumen und „Spitzenwerte“ bis zu etwa 5000 bis 6000 ppm.

Energie und Komfort an Schulen

Bedingt durch die Nutzung sind in Schulen über die Unterrichtszeiten sehr dichte Personenbelegungen gegeben und die Räume weisen vergleichsweise hohe Raumtiefen auf. Die in Bezug auf Energieverbrauch und Nutzerkomfort wesentlichen Punkte sind damit:

- Gute Frischluftqualität, komfortable Zuluft einbringung, Reduzierung von Lüftungswärmeverlusten
- Gute Tagesbelichtung insbesondere der Unterrichtsräume, Vermeidung von Blendungen durch Reflexionen, Gegenlicht und ungenügenden Blendschutz
- Angenehme empfundene Temperaturen (beeinflusst durch Raumlufttemperatur und Innenoberflächentemperaturen), vor allem für die kritischen fassadennahen Plätze.
- Geringer Heizbedarf des Gebäudes außerhalb der Unterrichtszeit durch gute Dämmung, luftdichte Gebäudehülle und passivsolare Wärmegewinne (während der Unterrichtszeit erfolgt die Heizung bei Neubauten zum Großteil durch die Wärmegewinne der Schüler). Möglichst geringe Umweltbelastungen durch das gewählte Heizsystem.
- Rasche Raumerwärmung durch Heizung und innere Wärmegewinne bei Unterrichtsbeginn, flinke Rücknahme der Heizung bei Raumerwärmung durch Sonneneinstrahlung und Schüler. Den Nutzungszeiten angepasste Heizungs- und Lüftungsregelung.
- Reduzierung von Überwärmungsproblemen bei gleichzeitigem Auftreten von Wärmegewinnen durch Personen und Sonneneinstrahlung.
- Stromsparende EDV-Ausrüstung zur Vermeidung eines höheren Stromverbrauchs und zur Einhaltung akzeptabler sommerlicher Raumtemperaturen in den EDV-Klassen (Abschaltung bei Nichtnutzung, Flachbildschirme, Laptopklassen). Gegebenenfalls spezielles Klimakonzept für EDV-Räume.

Ein gutes Energiekonzept hat neben einem geringen Energieverbrauch auf einen guten Komfort, ein geringes Risiko von Schwierigkeiten bei Technik- oder Nutzerfehlverhalten sowie eine nachhaltig gute Qualität des Gesamtgebäudes zu achten. In allen Fällen ist eine Investition in die thermische Qualität des langlebigen Gebäudes und der langlebigen statischen Bauteile gegenüber einem Mehraufwand an kurzlebigen Technikkomponenten zu bevorzugen. Als zusätzliches Kriterium wird eine relativ einfache Bedienung und Wartung der Gebäudetechnik gefordert. Jedoch ist in innovativen und energieeffizienten Gebäuden durchaus ein „Mitdenken“ der Nutzer gefragt und sinnvoll (Systemfeinoptimierung, sich ändernde Einstellungen von Heizung und Lüftung gemäß Stundenplan etc.). Eine detaillierte und gute Information der Nutzer und des Schulwerts sowie eine Projektbegleitung im Betrieb ist hier vorteilhaft.

Energieverbrauch Heizung und Strom Bestand – Neuplanungen

Es zeigt sich, dass konsequent umgesetzte einzelne Maßnahmen zur Reduzierung des Energiebedarfs relevante Einsparungen bewirken und über eine Gesamtoptimierung ein sehr hohes ökologisches und ökonomisches Potential gegeben ist. Die Abbildung 3 zeigt einen Vergleich von Energiekennzahlen im Bestand und für eine Variantenstudie Neubau. Der Schritt zu einer höheren Kompaktheit kann je nach Baukörpervergleich noch mehr ins Gewicht fallen als hier dargestellt, für die Rechenstudie wurde bereits der Ausgangsbaukörper relativ kompakt gewählt. Darüberhinaus ist der Schritt zur höheren Kompaktheit gleichzeitig ein Schritt zu geringeren Baukosten und zu einem geringeren Energieverbrauch. Über eine kompakte Baukörper-typologie, Fassadenaufbauten, Bautechnik, Vorfertigung, Details etc. können hier Beträge eingespart werden, welche die Mehrkosten eines guten Energiekonzepts durchaus wettmachen.

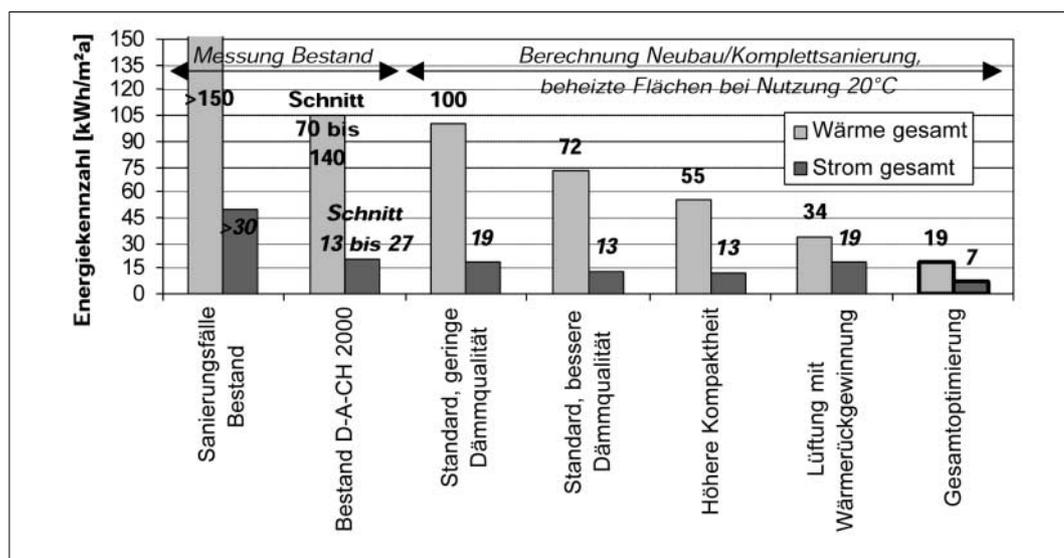


Abb. 3: Vergleich der Energiekennzahlen Bestand/Neubau

Lüftungskonzepte im Schulbau

(Vergleiche auch: Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau ÖISS-Studie: „Die Schule als Niedrigenergiehaus“, team gmi im Auftrag von ÖISS, Bezugsquelle ÖISS - Wien, Tel. 01-5058899-15).

- **Konventionelle Fensterlüftung, Heizkörper**
Lüftung: Fenster, händisch zu öffnen und zu schließen. Abluftanlage Sanitärbereiche.
Heizung: Heizkörper unterhalb der Fenster
- **Teilautomatisierte Fensterlüftung, Heizkörper**
Lüftung: teilautomatisch über motorisch gesteuerte Fenster oder Klappen, ergänzend Fensterflügel für händisches Öffnen und Schließen, freie Lüftung und Notlüftung. Abluftanlage Sanitärbereiche.
Heizung: Heizkörper bei Fenstern

- **Natürliche Be-/Entlüftung – Querlüftung**
 Lüftung: Belüftung über Fenster/Fassade/Klappen, Querlüftung der Klassenräume mit Entlüftungsschächten (Schachtlüftung) im Bereich Trennwand Klasse – Gang oder Überströmöffnungen in den Gang und Entlüftung über Fenster, Oberlichten, Schachtlüftung o.ä. im Gang. Im Allgemeinen automatisches Öffnen und Schließen der Fenster oder Klappen erforderlich. Auch Betriebsweise mit Belüftung der Klassen durch Überströmöffnungen vom Gang aus und Entlüftung über die Fassade möglich, z.B. im Sommer bei hoher Einstrahlung/hohen Temperaturen der Fassade. Abluftanlage Sanitärbereiche.
 Heizung: Heizkörper unterhalb der Fenster
- **Querlüftung, mechanisch unterstützt**
 Lüftung als Abluftanlage: Belüftung über Fenster/Klappen oder schallgedämmte Zuluftventile, Querlüftung der Klassenräume mit Überströmöffnungen in den Gang und mechanischer Entlüftung über Abluftbereiche WC, Sanitär, EDV. Automatisches Öffnen und Schließen der Zuluftfenster/-klappen bzw. der Zuluftventile.
 Heizung: Heizkörper unterhalb der Fenster
- **Zentrale kontrollierte Be-/Entlüftung mit Wärmerückgewinnung**
 Lüftung über zentrales Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung aus der Abluft, Luftkanalnetz mit Luftverteilung über Steigschächte und Gangzonen, Zuluft und Abluft in den Klassen, eventuell auch Überströmung Lüftung von den Klassen in den Gangbereich, Abluft gesammelt zentral in Gangbereichen und Ablufträumen.
 Heizung: über die Lüftung oder über klein dimensionierbare Heizkörper die nicht notwendigerweise unterhalb der Fenster situiert werden müssen.
- **Dezentrale kontrollierte Be-/Entlüftung mit Wärmerückgewinnung**
 Lüftung über dezentrale Lüftungsgeräte pro Klasse mit Wärmerückgewinnung aus der Abluft, kurze, dezentrale Luftkanalnetze Außenluft/Zuluft/Abluft/Fortluft in den Klassen, gegebenenfalls teilzentrale Führung von Außenluft und Fortluft, in Einheiten von mehreren Klassen zusammengefaßt.
 Heizung: über die Lüftung oder über klein dimensionierbare Heizkörper, die nicht notwendigerweise unterhalb der Fenster situiert sind, oder über eine relativ flink auszulegende Fußbodenheizung beziehungsweise Fußbodenheizungsstreifen.

Tab. 1: Lüftungskonzepte im Schulbau, zusammenfassende Beurteilung hinsichtlich Luftqualität, thermischem Komfort, Energiebedarf, Planungsaufwand und Herstellkosten Heizung und Lüftung (HL) pro m² beheizter Nettonutzfläche³.

	Luftqualität ⁵	Therm. Komfort Winter ⁵	Therm. Komfort Sommer ⁵	Heizenergiebedarf	Stromverbrauch Lüftung	Planungsaufwand	Herstellkosten HL netto
Fensterlüftung Manuell	schlecht	schlecht bis mittel	schlecht bis mittel	40 bis 80 kWh/m ² a	0.5 bis 2 kWh/m ² a	Gering	45 bis 65 E/m ²
Fenster, teilw. Automatisiert	mittel	schlecht bis mittel	Mittel	35 bis 75 kWh/m ² a	0.5 bis 2 kWh/m ² a	gering bis mittel	55 bis 75 E/m ²
Querlüftung natürlich	mittel bis gut	schlecht bis gut	mittel bis sehr gut	35 bis 75 kWh/m ² a	0.5 bis 2 kWh/m ² a	mittel bis hoch ³	65 bis 85 ¹ E/m ²
Querlüftung mech. gestützt	gut	mittel bis gut	mittel bis sehr gut	25 bis 75 kWh/m ² a	2.5 bis 6 kWh/m ² a	Mittel	65 bis 90 E/m ²
Zentrale mech. Lüftung	gut bis sehr gut	gut bis sehr gut	mittel bis sehr gut	15 bis 50 kWh/m ² a	3.5 bis 12 kWh/m ² a	Hoch	80 bis 140 ² E/m ²
Dezentrale mech. Lüftung	gut bis sehr gut	gut bis sehr gut	mittel bis sehr gut	15 bis 50 kWh/m ² a	2.5 bis 9 kWh/m ² a	mittel bis hoch	90 bis 170 E/m ²

1 Gegebenenfalls baulich höhere Kosten je nach Ausführung baulicher Komponenten wie Abluftkamine, Zuluftvorwärmung über Fassade o.ä. Damit auch höherer Planungsaufwand.
 2 Bauvolumina zentrale Lüftung i.b. für aufwändige Lüftungserschließung /Luftverteilensystem und zentralen Lüftungsraum nicht berücksichtigt.
 3 Beurteilung Luftqualität sehr gut: CO₂-Konzentration durchwegs um oder unter 1000 ppm. Luftqualität schlecht: CO₂-Konzentration im Mittel bei Betrieb über 1500 ppm, regelmäßig über 2000 ppm. Rein qualitative Beurteilung von Komfort und Planungsaufwand, keine explizite Komfortberechnung.

Im Systemvergleich ebenfalls zu berücksichtigen ist der Wartungsaufwand für die Haustechnik. Die Wartung und Instandhaltung moderner und einwandfrei ausgelegter Haustechniksysteme wird hierbei üblicherweise mit ca. 2,5 % proportional zu den Herstellkosten Heizung und Lüftung angesetzt (keine wartungsintensiven Anlagen wie Laborlüftung o.ä. sowie keine eventuell regional vorgeschriebenen, kostenintensiven behördlichen Auflagen, Abnahmen und Prüfungen vorausgesetzt). Dies sowie die Einschulung des Schulwerts bzw. eine geeignete Nutzerbetreuung insbesondere in der ersten Betriebsphase ist bereits bei Gebäudeplanung und -errichtung einzubeziehen.

Herstellkosten Niedrigenergiebauweise

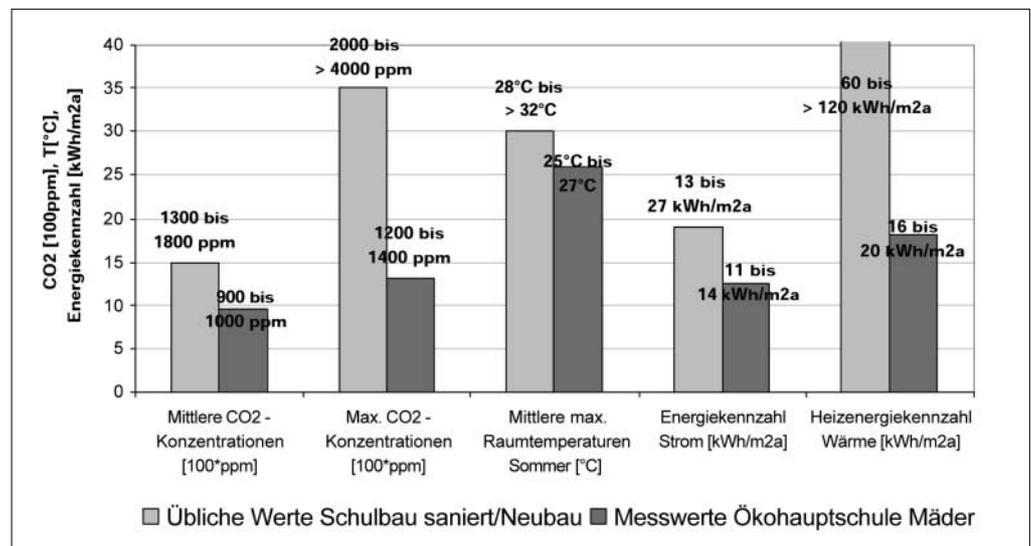
Die für die Gebäudeherstellungskosten wesentlichsten Schritte werden durch Architekt, Bauherr und Fachplaner bereits im Entwurf getätigt. Im vorgegebenen Kostenrahmen können hierbei durch Baukörpertypologie, kompakte Bauweise, Elementierung und Vorfertigung, intelligente Erschließung und einfache Haustechnikinfrastruktur Kostenfreiheiten geschaffen werden. Diese können wiederum für eine hohe Qualität der Materialien und Detaillösungen, für eine hohe energetische Qualität und schlussendlich auch für die Honorierung einer guten Planungsqualität aufgewendet werden. Entscheidend ist hier meist nicht die Amortisation von einzelnen energetischen Maßnahmen, sondern die Machbarkeit eines Gesamtkonzepts innerhalb der Gesamtkosten. Eine Amortisationsrechnung über die Energiekosten allein ist auch in einem großen Teil der Anwendungen unzuweckmäßig und führt zu einer falschen Bewertung, da wesentliche Anteile eines guten Energiekonzepts auf eine höhere Nutzerbehaglichkeit, auf geringere Komfortrisiken durch Gebäude- bzw. Technikfehlverhalten und auf eine nachhaltig höhere Gebäudequalität abzielen. Diese Punkte sind somit in die Bewertung einzubeziehen.

Die Bandbreite der genannten Herstellkosten für Heizung und Lüftung liegt erheblich unter der Bandbreite der entwurfsbedingten Gesamtherstellkosten. Bei Niedrigenergiebauweise ergeben sich jedoch darüber hinaus Kosten für das Energiekonzept, welche im Wesentlichen durch höherwertige Verglasungen, höhere Dämmstärken, eine verbesserte Luftdichtigkeit und einen guten Sonnenschutz bedingt sind. Diese Kosten betreffen die thermische Gebäudehülle und fallen oft höher aus als die Mehrkosten der energieeffizienten Haustechnik (auf die im Schulbau sinnvolle höhere thermisch wirksame Speichermasse soll hier nicht weiter eingegangen werden, da diese im Allgemeinen keine Mehrkosten verursacht). Hier ist bereits im frühzeitigen Planungsstadium auf kostengünstige und energieeffiziente Baukonstruktionen zu achten, entsprechendes Know-How in der Planung sowie eine frühzeitige Konstruktions- und Kostenoptimierung mit Herstellern und Fachleuten ist hier empfehlenswert.

Praxisbeispiel Ökohauptschule Mäder

Ein Praxisbeispiel für eine ökonomisch und ökologisch optimierte Schule mit hoher architektonischer Qualität stellt die 1996 in Mäder/Vorarlberg fertiggestellte Ökohauptschule Mäder dar. Sie verfügt über eine Mehrschichtfassade (3-Scheibenverglasung, Sonnenschutz und vorgesetzte Glasscheiben), eine zentrale kontrollierte Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung und hochwertige Materialien im Innenausbau und war gleichzeitig eine der kostengünstigsten in Österreich errichteten Schulen. Der viergeschoßige Baukörper auf einer Grundfläche von 27 x 27 m weist 30 % Erschließungsfläche auf, welche gleichzeitig Pausenaufenthaltsfläche darstellt, um welche die Klassen gruppiert sind. Die Tagesbelichtung dieser innenliegenden Flächen erfolgt hierbei über verglaste Oberlichter. Eine Realisierung als 2 bis 3-geschoß-

Abb. 4: Energieverbrauch und Raumklimakomfort der Ökohauptschule Mäder im Vergleich mit üblichen Schulbauten



iger Baukörper hätte bedeutend mehr Außenhüllflächen, Erschließungsräume für den Personenverkehr und die Haustechnik, mehr Grundbedarf für den Baukörper und einen höheren Energiebedarf bedeutet.

Neben den bereits genannten Energiekonzeptkomponenten verfügt die Ökohauptschule Mäder über speicherwirksam erhaltene thermische Massen in den nicht abgehängten Klassenraumdecken (Raumakustiklösung über Seitenwände), eine tageslichtabhängige Beleuchtungsregelung, automatisch öffnbare Fensteranteile zur sommerlichen Nachtlüftung/-kühlung und einen Zulufterdwärmetauscher. Die Heizung ist angeschlossen an das Biomassenahwärmenetz der Gemeinde Mäder. Wesentlich ist auch, dass Gemeinde, Bürgermeister und Schule das Konzept mittragen und durch den Schulwart eine optimale Betreuung und Betriebsfeinoptimierung gegeben ist. Die Abbildung 4 zeigt Kenndaten zu Energieverbrauch und Raumklimakomfort der Ökohauptschule Mäder im Vergleich mit üblichen Schulbauten.

Die in der Ökohauptschule erreichten hohen Komfort- und niedrigen Energieverbrauchswerte sind das Ergebnis einer intensiven Optimierung bei Planung, Errichtung und Betrieb durch Know-How und Engagement sämtlicher Beteiligten.

Umsetzung Lüftung im Schulbau, Qualitätskontrolle

Dass die Werte der Ökohauptschule Mäder nicht ohne weiteres auf andere Bauten übertragbar sind, zeigt die Erfahrung bei Schulbauten mit kontrollierter Lüftung und Wärmerückgewinnung. Unter der Voraussetzung, dass nicht bereits grundlegende Mängel in der Konzeptionierung gegeben sind (z.B. mangelnde Beachtung der Sommertauglichkeit) sind Schwierigkeiten in Umsetzung und Betrieb zwar behebbar, jedoch mit Aufwand, einer problematischen Unzufriedenheit bei den Nutzern und mit einem langwierigen Nachbesserungsprozess verbunden. Um bei Baufertigstellung und Bezug durch die Schule einen zufriedenstellenden Betrieb aufnehmen zu können ist unbedingt notwendig, dass die beteiligten Planer über Erfahrung in der Umsetzung und Inbetriebnahme des Konzepts verfügen bzw. eine entsprechende Qualitätskontrolle im Planungsteam gegeben ist. Die häufigsten Schwierigkeiten lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Ungenügender Schallschutz**

Bereits in der Planung ungenügend angesetzte oder in der Ausführung nicht erreichte Grenzwerte (Schalldruckpegel < 25 dB(A) im Raum bzw. < 30 dB(A) am Lüftungsein-/auslass mindestens erforderlich!).

- **„Lüftung ist nicht gleich Kühlung!“ – mangelnde Nutzerinformation, schlechter sommerlicher Wärmeschutz**

Insbesondere im Sommerfall ungenügende Abstimmung Sonnenschutz, Regelung, Nachtlüftung/-kühlung, Speichermassen. Achtung: die mechanische Lüftung belüftet ohne Kühlmaßnahmen mit Außenlufttemperatur und bewirkt dadurch einen Wärmeeintrag, wenn möglich, ist eine „alternative“ Kühlung z.B. durch Zulufterdwärmetauscher empfehlenswert, ansonsten ist über Gebäudeklimakonzept inklusiv geeigneter Lüftungsregelung ein sommerlicher Wärmeschutz herzustellen. Die Lüftung bewirkt keine Kühlung und ersetzt insbesondere nicht fehlende Maßnahmen bei Sonnenschutz oder eine ungenügende Handhabung von Sonnenschutz, Fensterlüftung o.ä. durch die Nutzer.

- **Zu spät installierter Sonnenschutz, fehlende oder ungeeignete Sonnenschutzregelung**

Diese Elemente werden bauablaufsbedingt häufig erst sehr spät installiert, sind jedoch insbesondere bei Betriebsbeginn im Frühherbst oder Frühling unbedingt vorher herzustellen! Es besteht ein sehr hohes Risiko, dass ein ungenügender Sonnenschutz dann zu Überwärmungen und Nutzerunzufriedenheit führt, oft wird fälschlicherweise die „nicht funktionierende“ Lüftung als Grund für Überwärmungen in den Klassenräumen aufgefasst (siehe Punkt vorher).

- **Überschätzte Wirkung der Lüftung bei Inbetriebnahme – zu frühe Inbetriebnahme hinsichtlich Emissionen aus Innenausbau/Bodenbelägen, Baustaub**

Die mechanische Lüftung ersetzt (bei weitem) nicht eine ausreichende Auslüftung von Emissionen im Innenausbau, bei Möbeln und Bodenbelägen. Sie kann hier bestenfalls

ergänzend wirken, empfohlen wird überhaupt erst eine Lüftungsinbetriebnahme, wenn Emissionen und Baustaub weitgehend über die Fenster weggelüftet bzw. entfernt wurden.

- **Zugluft durch zu geringe Zulufttemperaturen, mangelnde Wärmerückgewinnung bzw. verschmutzte Abluftfilter durch Baustaub**

Insbesondere bei dezentralen Lüftungsgeräten ohne Luftheizregister ist auf eine ausreichende Wärmerückgewinnung, eine eventuelle Außenluftvorwärmung bzw. eine geeignete Lüftungsregelung zu achten, die Zulufttemperaturen im Komfortbereich herstellt (je nach technischem Heizungs-/Lüftungskonzept mindestens 15 bis 20 °C Zulufttemperatur). Durch den Betrieb bzw. bei zu früher Inbetriebnahme auch durch Baustaub verschmutzte Abluftfilter führen zu einer ungenügenden Wärmerückgewinnung und damit zu unkomfortabel niedrigen Zulufttemperaturen (Inbetriebnahme Lüftung erst nach Gebäudeendreinigung!).

Schulbeispiele mit kontrollierter Lüftung und Wärmerückgewinnung

Hauptschule Koblach - Vorarlberg 1990, Gymnasium Kloster Mehrerau – Bregenz 1996, Berufsschule Immenstadt/D 2000, Ökohauptschule Strasswalchen – Salzburg 2001, HTL Wiener Neustadt – 2001, Freie Waldorfschule Bremen-Sebaldsbrück/D 2001, Kindergärten und Kinderhorte mit kontrollierter Be- und Entlüftung, 1999 - 2001: Schwarzach, Lustenau, Dornbirn-Kehlegg (Vorarlberg), Salzburg-Taxham, AHS Gerasdorferstrasse 1210 Wien 2002, Berufsschule für Gartenbau und Floristik 1220 Wien 2002, Justus von Liebig Schule Waldshut/D 2003, Bundesschulzentrum HLW/BHAK Horn – 2003, Landwirtschaftliche Landeslehranstalt St.Johann i. Tirol/A, geplante Fertigstellung 2004.

Literatur

Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau ÖISS: „Die Schule als Niedrigenergiehaus“, team gmi – Studie im Auftrag von ÖISS, Bezugsquelle ÖISS - Wien, Fr. DI. Schwarz, Tel. 01-5058899.

