

SCHULHAUSERNEUERUNG – TYPOLOGIE UND VORFABRIKATION

Dipl. Ing. (FH) Thomas Heim, Dipl. Arch. (FH) Robert Fischer, Prof. Dr. Peter Schwehr
Hochschule Luzern - Technik & Architektur (HSLU)
Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur (CCTP)
Technikumstrasse 21, CH-6048 Horw
Tel.: +41 41 349 34 97, Fax: +41 41 349 39 60
E-Mail: thomas.heim@hslu.ch

1 Einleitung

Energetische, gesellschaftliche und bildungspolitische Entwicklungen erfordern eine Anpassung der Schule. Ganzheitliche Sanierungsstrategien betreffen das gesamte System "Schulhaus" inklusive Energieversorgung, Lüftung- und Kühlung, als auch den thermischen Komfort, und haben zum Ziel das Gebäude auf heutige und künftige Bedürfnisse anzupassen und "fit" zu machen.

Der vorliegende Beitrag basiert auf dem Teilprojekt «WP2 Building Typology» des ERACOBUILD Projekts «School vent cool - Ventilation, cooling and education in high performance renovated and renewable energy supplied school buildings». Dieses adaptiert das im IEA-Projekt Annex 50 erarbeitete Wissen über Mehrfamilienhäuser, im Bereich Typologie und Vorfabrikation, auf Schulgebäude. Die im vorliegenden Projekt entwickelte Typologie dient der Entwicklung von mehrwertorientierten Sanierungsstrategien mit Hilfe vorfabrizierter Fassaden- und Dachmodule für Schulhäuser. Sie formuliert Leitlinien für vorfabrizierte Fassaden- und Dachmodule, sowie für die Auslegung der haustechnischen Anlagen.

Die besonderen Herausforderungen bei der Sanierung von Schulgebäuden betreffen die hohen thermischen Anforderungen an die Unterrichtsräume, insbesondere die Lüftung- und Kühlung sowie die energetische Verbesserung der Gebäudehülle. Schulgebäude weisen charakteristische Nutzungsmuster mit kurzfristig stark wechselnder Belegung auf. Die Module enthalten integrierte Lüftungskanäle und bieten die Möglichkeit für haustechnische Verbesserung der Luftqualität in den Klassenzimmern (Problem hohe Konzentration CO₂ und VOC, Anzahl Personen/m²). Der in den Fassadenmodulen integrierte Sonnenschutz kann durch Automatisierung (auch in den schulfreien Zeiten) einen Beitrag zur Verminderung von Überhitzung bzw. zur Reduktion des Heizenergiebedarfs beitragen.

Beim Einsatz vorfabrizierter Module können die Bauprozesse der Schulgebäudeerneuerung beschleunigt werden, so dass die Zeitfenster der Ferien optimal nutzbar sind und damit Schulbetriebsstörungen und Unterbrüche vermieden werden können. Ausserdem lässt sich die für die Montage erforderliche, hohe Qualität durch die vorfabrizierten Module gewährleisten. Bereits in der Produktion können erneuerbaren Energien, in den Fassaden- und Dachmodulen, sinnvoll integriert werden.

Neben den technischen Aspekten erfordern aber auch gesellschaftliche- und bildungspolitische Entwicklungen eine Anpassungsfähigkeit der Schule. Neue pädagogische Konzepte verändern die Lernformen. Der Frontalunterricht verliert zunehmend an Bedeutung und wird ersetzt durch Gruppen- und Teamarbeit. Zum Beispiel werden Klassenzimmer aufgehoben und mit der freien Zirkulationsfläche verbunden. Dadurch verändern sich Räume und Erschliessungsbereiche von Schulgebäuden. Wichtig sind deshalb Bauteile die austauschbar sind, ohne die Primärkonstruktion modifizieren zu müssen. Ein weiterer Aspekt sind die zunehmend erforderlichen Tagesstrukturen (Berufstätigkeit beider Elternteile), die Verpflegungs- und Freizeitmöglichkeiten beinhalten und damit über das Aufgabengebiet einer Schule hinausgehen. Das bedeutet einen zusätzlichen Raumbedarf, der in Zusammenhang mit baulichen Erweiterungen abgedeckt werden kann.

2 Typologie und Gebäudetypen

Gebäudetypen sind ähnliche Gebäude, welche für eine bestimmte Gegend typisch sind und häufig vorkommen. Die Definition eines Gebäudetyps sollte auf einer Gebäudetypologie basieren und die Eigenschaften und Merkmale eines Gebäudes beschreiben. Gebäudetypen können aus verschiedenen Gesichtspunkten bestimmt werden.

Eine Gebäudetypologie beschreibt Gebäudetypen mit der gleichen Gruppe von Merkmalen. Diese umfasst die geographische Verteilung, Alter und andere, für die Projektziele wichtige, Gebäudemerkmale und erlaubt die Entwicklung von allgemeinen Strategien [Fischer, Schwehr, 2010, Seite 8].

2.1 Bestehende Schulgebäudetypologien

Bestehende Schulgebäudetypologien beschreiben die Schulgebäude einzelner Länder oder Städte im europäischen Raum. Sie arbeiten mit verschiedenen Kriterien der Kategorisierung. Zwei dieser Typologien wurden zur Identifikation von relevanten Merkmalen des Schulgebäudebestandes in den ausgewählten Fallstudien beigezogen. Diese werden nachfolgend beschrieben.

2.1.1 Einteilung nach Bau- bzw. Erschliessungstyp [Erhorn et al., 2007, Seite 19-20]

Die im Forschungsprojekt IEA Annex 36 (Gebäudeerneuerung im Bildungsbereich) entwickelte Schulgebäudetypologie bezieht sich auf den europäischen Raum und teilt Schulgebäude nach Bau- bzw. Erschliessungstyp ein. Erfasst wurden Schulgebäude mit Unterrichtsräumen. Diese machen einen grossen Teil des Gebäudebestands des Bildungsbereichs aus, und passen im Allgemeinen in eine der folgenden Kategorien.

- Die Dorfschule (19. Jahrhundert)
- Die mehrgeschossige Stadtschule (19. Jahrhundert)
- Die ein- oder zweigeschossige Schule mit zentralem Korridor (20. Jahrhundert)
- Die Schule mit seitlichem Korridor (spätes 19. Jahrhundert bis Mitte 20. Jhd.)
- Die Pavillonschule (frühes 20. Jahrhundert)
- Die Hallenschule (30er Jahre, Zentraleuropa)
- Die kammförmige Schule (50er Jahre)
- Die Grossraumschule (60er Jahre)
- Die Clusterschule (70er bis 90er Jahre in Dänemark)

Grundsätzlich lassen sich die oben beschriebenen Kategorien des Schulgebäudebestands auf drei Bautypen zurückführen: den Korridortyp, den Hallentyp und den Pavillontyp. Der grundlegende Schultyp war der Korridortyp. Mit der Einführung verschiedener Fächer wandelte sich das Schulgebäude mit einem Raum zu mehreren getrennten Räumen mit Korridor; der Korridortyp entwickelte sich. Die Entwicklung des Hallentyp war eine natürliche Konsequenz in den 50er Jahren als eine zentrale Halle für Gruppenaktivitäten eingeführt wurde. Weitere Wandlungen des Korridor- und Hallentyps haben zum Pavillontyp geführt, welcher aus einer Anzahl von Pavillons oder Trakten unterschiedlicher Grössen und Ausprägungen besteht.

Die hauptsächliche Ausprägung des Korridortyps ist die sequenziell räumliche Struktur. Die Räume sind entweder auf einer Seite oder auf beiden Seiten der Erschliessungsfläche gelegen.

Die verschiedenen Trakte des Hallentyps sind Varianten des Korridortyps. Diese Trakte sind alle durch eine zentrale Halle verbunden, welche normalerweise verschiedene Nutzungen beinhaltet. Die Hallenschule ist durch eine ringförmige Erschliessung gekennzeichnet, welche die Trakte verbindet.

Die verschiedenen Pavillons des Pavillon Schultyps sind einfach erkennbar und haben alle ihre eigene Struktur. Die einzelnen Pavillons sind Varianten des Hallen- oder des Korridor-typs.

Eine gemeinsame Ausprägung aller drei Typen ist eine grosse Anzahl von traditionellen Klassenzimmern, welche entweder durch einen Korridor oder durch eine Halle verbunden sind. Deshalb sind alle Typen vorwiegend für den Frontalunterricht geeignet. Die Möglichkeiten neue Aktivitäten in den Korridortyp zu integrieren sind begrenzt. [Koutamanis, Steijns, 2006, Seite 80].

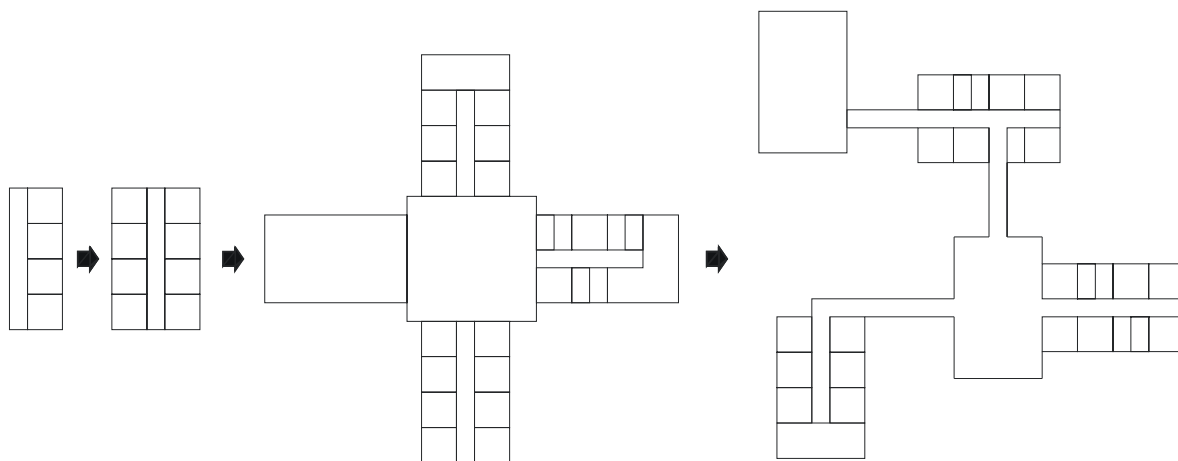


Abb.1 Typologische Evolution von Schulgebäuden in den Niederlanden: (links nach rechts) Korridor-, Hallen- und Pavillontyp [Koutamanis, Steijns, 2005, Seite 224]

2.1.2 Einteilung nach Bauperiode [Haselsteiner et al., 2010, Seite 7-31]

Im Handbuch Baustelle Schule (Nachhaltige Sanierungsmodelle für Schulen) wird die österreichische Schulgebäudetypologie nach Bauperioden eingeteilt und von der Gründerzeit bis in die 70er Jahre beschrieben:

- Gründerzeit von 1840 bis 1918
- Zwischenkriegszeit 1918 bis 1938
- Wiederaufbau 1945 bis 1962
- Späte Nachkriegsmoderne 1962 bis 1970
- 70er Jahre

Anhand von Datenblättern der jeweiligen Bauperiode werden im ersten Teil die Bausubstanz und das räumlich funktionale Schema beschrieben, im zweiten Teil werden die Baukonstruktionen nach Gebäudeteilen der jeweiligen Bauperiode dargestellt. Neben den Datenblättern beinhaltet das Kapitel Schultypologien die energetische Aufnahme und Analyse der Gebäudehülle. Die Bauperiode der Schulgebäude gibt einen Hinweis auf die Konstruktionsweise des Gebäudes und damit eine wichtige Grundlage für die typologische Analyse.

Der Ansatz der am CCTP entwickelten Methode der Typologie erweitert das Verständnis von bestehenden Schulgebäudetypologien. Durch die Kombination relevanter Merkmale, kann einerseits eine Aussage zu häufig vorkommenden Schulgebäudetypen getroffen werden und andererseits Lösungen für eine spezifische Aufgabenstellung, im Sinne der Vorfabrikation, gefunden werden. Im Projekt SchoolVC findet die Typologie ihren Einsatz als Grundlage für die Entwicklung von vorgefertigten Fassadenmodulen, welche mit dem Augenmerk der Anforderungen an die Lüftung- und Kühlung ausgestattet sind.

3 Methode und Zwischenergebnisse

Für die Entwicklung einer Gebäudetypologie ist es entscheidend, die Gebäude in ihrer Situation als Ganzes zu bewerten. Trotzdem ist es erforderlich die Komplexität, im Sinne der Aufgabenstellung, zu reduzieren. Deshalb werden nur diejenigen Merkmale erfasst, die für die Sanierungsstrategien für Schulgebäude mit vorfabrizierten Modulen relevant erscheinen. Bei einer qualitativen Typologie wird eine Auswahl typischer Gebäude dokumentiert. Durch die Kombination von relevanten Merkmale können Typen gebildet werden, welche im Sinne der Zieldefinition das Ergebnis liefern [Fischer, Schwehr, 2010, Seite 10]. Im Projekt SchoolVC wird die Gebäudetypologie qualitativ, anhand einer Auswahl von 28 Fallstudien, entwickelt. (siehe Anhang 1). Im Zentrum der Gebäudetypologie stehen Gesamt- und Fokustypen die im folgenden Kapitel näher erläutert werden.

3.1 Datenerfassung - Merkmalkatalog

Der Merkmalkatalog beinhaltet eine Sammlung relevanter Charakteristiken von Schulgebäuden in der Gebäudeerneuerung. Über 70 Merkmale sind in diesem Katalog erfasst und in vier Fokusbereiche gegliedert: Schulanlage, Schulgebäude, Klassenzimmer und Gebäudetechnik. Fokusbereiche sind funktionale, zusammenhängende Teile des Gebäudes (z.B. Gebäudehülle, Gebäudeumgebung, Erschliessung). Jeder Bereich ist gekennzeichnet durch eine Auswahl von Merkmalen, welche für die Erneuerung mit vorfabrizierten Fassadenmodulen wichtig ist [Fischer, Schwehr, 2010, Seite 15]. Diese Merkmale können eine oder mehrere Ausprägungen beinhalten, sie werden durch Messgrößen definiert und beschrieben.

3.2 Fallstudien

In einem ersten Schritt haben die Projektpartner aus Belgien, Dänemark, Österreich und der Schweiz typische Schulgebäude in ihren Ländern identifiziert. Die Auswahl basiert auf Expertenwissen und/oder statistischen Daten. Drei bis sechs der am häufigsten vorkommenden Typen wurden als Fallstudien identifiziert, und anhand folgender Kriterien ausgewählt: Baujahr, Fassadentyp, Anzahl der Geschosse, Klassenzimmer und Gebäudetechnik. In den 28 eingereichten Fallstudien sind Schulgebäude der Primar- und Sekundarstufe (inkl. Berufsschulen) vorhanden, Hochschulen und Universitäten wurden nicht untersucht. Dabei sind eine Vielzahl von Klimaregionen und Gebäudetypen vertreten. Diese wurden anhand von Datenblättern, mit einem Kurzbeschreibung der wichtigsten Eckdaten, sowie einer Fotodokumentation erfasst.

In einer zweiten Auswahl wurden aus den 28 Schulgebäuden 8 Fallstudien ausgewählt. Die Auswahl erfolgte aufgrund folgender Kriterien:

- Bauperiode zwischen 1919-1980 (gemäss Aufgabenstellung im Arbeitspaket 2 – Gebäudetypologie des Projekts SchoolVC)
- Gebäude sind nicht im Inventar des Denkmalschutzes enthalten, da sich die vorfabrizierten Fassadenmodule nicht für die Erneuerung von denkmalgeschützten Gebäude eignen
- Fassadentyp welcher ein hohes Multiplikationspotenzial aufweist (häufig vorkommender Typ mit regelmässigem Fassadenraster)

Tabelle 1 Alle Fallstudien nach Ländern geordnet

Gesamthaft wurden 28 Fallstudien eingereicht: 6 aus Österreich (A), 5 aus Belgien (B), 9 aus Dänemark (DK), 8 aus der Schweiz (CH). Die Projekte sind nachfolgend aufgelistet und nach Länder geordnet			
A01	Landesberufsschule, Gleinstätten	DK04	Rungstedsskolen, Rungsted Kyst
A02	Landesberufsschule, Graz	DK05	Søndermarkskolen, Frederiksberg
A03	Landwirtschaftliche Fachschule, Grottenhof-Hardt	DK06	Kongevejens skole, Virum
A04	Fachschule für Land- und Ernährungswirtschaft, Haidegg	DK07	Trongårdsskolen, Lyngby
A05	Landwirtschaftliche Fachschule, Hatzen Dorf	DK08	Kildegaards privat school, Hellerup
A06	Land- und forstwirtschaftliche Fachschule, Kirchberg am Walde	DK09	Sjælsøskolen, Birkerød
B01	School Complex Durlletstraat, Antwerpen	CH01	Schulanlage Spiegelfeld, Binningen
B02	School Complex Petzalozzistraat, Antwerpen	CH02	Schulanlage Brislachstrasse, Laufen
B03	School Complex Doctor Decrolystraat, Antwerpen	CH03	Schulanlage Hinterzweien, Muttenz
B04	School Complex Columbiastraat, Antwerpen	CH04	Schulanlage Gründen, Muttenz
B05	School Complex Desguinlei, Antwerpen	CH05	Schulanlage Fröschmatt, Pratteln
DK01	Ny hollænder skolen, Frederiksberg	CH06	Schulanlage Känelmatt, Therwil
DK02	Virum skole, Virum	CH07	Baeumlihofgymnasium, Basel
DK03	Egeskolen, Værløse	CH08	Hirzbrunnenschulhaus, Basel

3.3 Leitmerkmale und Gesamttypen

Leitmerkmale sind wesentliche Merkmale, die den Gebäudebestand charakterisieren. Im Projekt SchoolVC werden die Leitmerkmale Bauperiode und Anzahl der Geschosse anhand der eingereichten Fallstudien untersucht. Die Bauperiode gibt einen Hinweis auf die mögliche Konstruktionsart und den Stand der Technik zur Entstehungszeit, die Anzahl der Geschosse gibt einen Anhaltspunkt zur Grösse- und zum Bautypus der Schulgebäude. Die Leitmerkmale wurden auf zwei einfache und allgemein zu erfassende Kriterien beschränkt, welche eine länderunabhängige Einteilung zulassen und auf verschiedene Schulstufen anwendbar sind. Aus der Kombination der Ausprägungen von Leitmerkmalen lassen sich Gesamttypen ableiten, welche die wichtigsten Kategorien von Gebäuden repräsentieren. In den Gesamttypen ist die ganze Vielfalt der einzelnen Fokusbereiche auf wenige, einfach ermittelbare, Merkmale reduziert. Dadurch lassen sich Gebäude auf einfache Art einem Gesamttyp zuzuordnen. Verwendet werden Gesamttypen um einen Überblick eines Gebäudebestandes zu erhalten. Daraus lassen sich häufig vorkommende Schulgebäudetypen, mit dem für die Erneuerung hohen Multiplikationspotenzial, identifizieren und anhand von Referenzbeispielen beschreiben.

Die Einteilung der Bauperiode erfolgte auf der Grundlage der Referenztypologie im IEA Annex. Die meisten Schulgebäude stammen aus den Zeiträumen 1950-1970 und 1970-1985. Das älteste Schulgebäude entstand 1778, das Neueste 1984.

Tabelle 2 Fallstudien mit Einteilung nach Bauperiode

Bauperiode	vor 1910	1910-1930	1930-1950	1950-1970	nach 1970
Fallstudien	2	0	4	14	8

Am häufigsten kommen Schulgebäude mit 2-3 Geschossen vor, diese stammen hauptsächlich aus dem Zeitraum 1950-1970. Schulgebäude über 3 Geschosse wurden vorwiegend im Zeitraum 1970-1985 gebaut.

Tabelle 3 Fallstudien mit Einteilung nach Anzahl der Geschosse

Anzahl der Geschosse	1	2-3	über 3
Fallstudien	5	17	6

Durch die Kombination der Charakteristiken dieser Leitmerkmale lassen sich die 28 Fallstudien in 8 Gesamttypen (GT) einteilen, womit sich die Häufigkeit der vorkommenden Leitmerkmale- und Gesamttypen beschreiben lässt. Mit einer Auswahl der häufig vorkommenden Gesamttypen kann die Anzahl auf wenige dieser Typen reduziert werden. Der am häufigsten vorkommende Gesamttyp stammt aus der Bauperiode 1950-1970, die Anzahl der Geschosse beträgt 2-3, dieser repräsentiert 7 der 28 Fallstudien im Projekt SchoolVC.

3.4 Fokusmerkmale und Fokustypen

Aus der Kombination der Ausprägungen von Fokusmerkmalen lassen sich Fokustypen ableiten, welche spezifische Kategorien von Gebäudeteilen repräsentieren.

Die Anforderungen an die Lüftungsverteilung stellen, aufgrund ihres Platzbedarfs, die grösste Herausforderung bei der Entwicklung der vorfabrizierten Fassadenmodule dar. Die Varianten der möglichen Lüftungsverteilung lassen sich typologisch mit Hilfe der Fokusmerkmale erfassen und in Fokustypen bündeln. Diese werden in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern bestimmt, insbesondere der Fachhochschule Nordwestschweiz (Institut Energie am Bau) welche für die technische Entwicklung der Fassadenmodule zuständig ist. Relevante Merkmale der Fokusbereiche Fassadenöffnungen, Klassenzimmer und Gebäudetechnik sind:

- Brüstungs- Sturz sowie Konstruktion und Materialität der Aussenwand
- Lage der Fassadenöffnungen zueinander und zu Gebäudeaussenkanten
- Raumgeometrie der Klassenzimmer

Mit den Brüstungs- und Sturzhöhen wird der zur Verfügung stehende Raum für die Lüftungsverteilung in der Aussenwand erfasst. Die Konstruktion der Aussenwand bestimmt die Möglichkeit der Durchdringung von Brüstung und Sturz. In Abhängigkeit der Konstruktion wird die Aussenwand aufgedoppelt (Massivbau mit tragender Aussenwand) oder ausgetauscht (Skelettbau mit nichttragender Aussenwand). Die Auswertung der Fassadenöffnungen nimmt den Fassadentyp und die Lage der Fassadenöffnungen zueinander bzw. die Lage zu Gebäudeaussenkanten auf.

Ergänzend zu den Merkmalen der Brüstungs- und Sturzhöhen wird mit der Länge der Klassenzimmer (Fassadenlänge) der zur Verfügung stehende Platz für Einzelraumlüftungsgeräte evaluiert. Die Raumhöhe der Klassenzimmer gibt Auskunft darüber ob der bestehende Raum mit einer abgehängten Decke zur Lüftungsverteilung ausgestattet werden kann. Abhängig von den bestehenden Platzverhältnissen in den Unter- oder Dachgeschossen wird die Lüftungsanlage geplant. Weiterhin denkbar ist eine Kombination von zwei Lüftungsanlagen im Dach- und Untergeschoss. Grundsätzlich soll die Lüftungsverteilung in die vorfabrizierten Fassadenmodule integriert werden, dazu hat das Institut für Energie am Bau drei prinzipielle Varianten der Lüftungsverteilung aufgezeigt.

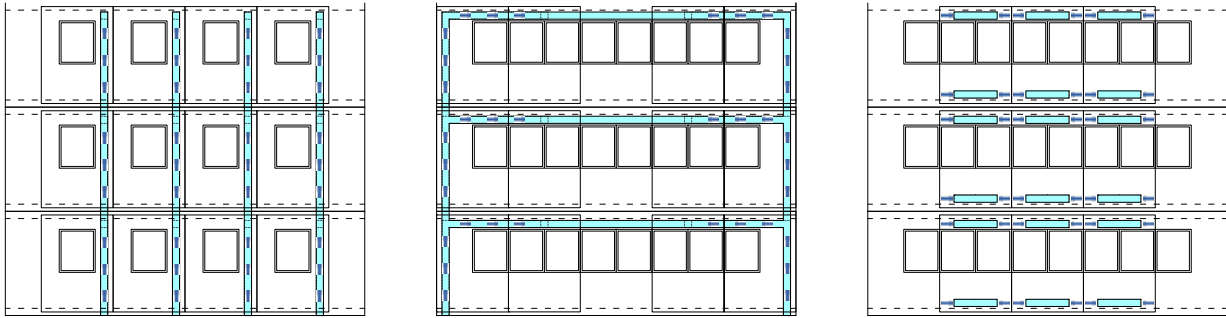


Abb.2 Prinzipielle Varianten der Lüftungsverteilung in den vorgefertigten Modulen

3.4.1 Zentrale Lüftungsanlage mit vertikalem Verteilsystem

Das limitierende Kriterium für den Einsatz einer zentralen Lüftungsanlage mit vertikalem Verteilsystem in den Fassadenmodulen ist der erforderliche Platzbedarf in vertikaler Richtung der Fassadenebene, sowie die Brüstungs- und Sturzsituation. Die zu untersuchenden Merkmale sind der Fassadentyp bzw. die Lage der Fassadenöffnungen zueinander wie zu den Gebäudekanten. Mit dem vertikalen Verteilsystem können z.B. Räume welche an einer Bandfassade gelegen sind nicht direkt über die Aussenwand bedient werden. Dieser Lüftungstyp eignet sich deshalb vielmehr für Gebäude in Massivbauweise mit einer Lochfassade, mit der Bedingung, dass der Abstand zwischen den Fenstern die vertikale Lüftungsführung erlaubt.

3.4.2 Zentrale Lüftungsanlage mit vertikalem- und horizontalem Verteilsystem

Die relevanten Merkmale entsprechen der zentralen Lüftungsanlage mit vertikalem Verteilsystem. Engstehende- oder zusammenhängende Fassadenöffnungen, welche die vertikale Verteilung blockieren, können in Kombination mit der horizontalen Verteilung gelöst werden (z.B. Bandfassaden).

3.4.3 Dezentrale Lüftungsanlage als Einzelraumlüftung

Dezentrale Lüftungsanlagen als Einzelraumlüftungen können im Sturzbereich oder im Sturz- und Brüstungsbereich platziert werden, wobei die Einbauhöhen und die konstruktiven Merkmale der Aussenwand die limitierenden Kriterien darstellen. Einzelraumlüftungen sind weniger für massive als für nichttragende Aussenwandkonstruktionen geeignet, da sich diese (bei tragenden Aussenwänden) im Bereich der lastabtragenden Gebäudeteile befinden. Bei einer Aufdopplung mit vorgefertigten Fassadenmodulen ist die Zugänglichkeit nicht gewährleistet. Im Skelettbau mit Beton- oder Metallelementen hingegen werden die vorgefertigten Fassadenmodule gegen die Bestehenden ausgetauscht. Daraus folgt, dass dieser Lüftungstyp vorwiegend für den Skelettbau mit einer Leichtbaufassade in Betracht gezogen werden kann.

Eine graphische Übersicht von Schnitt- und Ansichtstypen des Gebäudebestands erlaubt eine schnelle Zuordnung der Fallstudien, und die Ableitung von Fokustypen für eine erste Einschätzung einer möglichen Lüftungsverteilung (siehe Anhang 2).

4 Fazit und Ausblick

Mit Hilfe der Typologie können allgemeine Strategien für die vorgefertigte Erneuerung von Schulgebäuden formuliert und entwickelt werden. Eine neue Fassade- und/oder ein neues Dach werden auf der existierenden Gebäudehülle installiert. Dieses Erneuerungskonzept gibt nicht nur Spielraum für den architektonischen Entwurf, sondern eröffnet auch Möglichkeiten für Erweiterungen welche den Grundstückswert erhöhen. Ein weiterer Mehrwert stellt die Nutzung von Solarenergie dar, welche sich mit geringem Aufwand in die Fassadenmodule integrieren lässt. Leitungen für Gebäudeinstallationen sind in den vorgefertig-

ten Modulen integriert (z.B. Lüftungsrohre). Diese Massnahmen stellen sicher, dass das ganzheitlich erneuerte Gebäude die höchsten Anforderungen der Energieeffizienz und des Komforts erfüllt. Rationelle Konstruktionsprozesse, Qualität- und Kostensicherheit sind weitere wichtige Merkmale des Konzepts [Fischer, Schwehr, 2010, Seite 9].

Die sich in Entwicklung befindende Typologie im Projekt SchoolVC erlaubt eine qualitative Untersuchung typischer Schulgebäude: einerseits die Identifikation auf Gebäudeebene (Gesamttypen) und andererseits die Identifikation von typischen Konstruktionsdetails auf Bauteilebene (Fokustypen). Die Auswertung der Gesamttypen ist abgeschlossen, womit typische Schulgebäude der Fallstudien identifiziert sind. Derzeit werden die Plangrundlagen der Fallstudien anhand der Fokusmerkmale ausgewertet. Ziel ist die Ableitung von Fokustypen, welche die Grundlage für die Entwicklung von vorfabrizierten Fassaden- und Dachmodulen darstellen. Die Fokustypen der Lüftungsverteilung sind bereits auf einer schematischen Stufe untersucht worden (siehe Anhang 2), diese werden nun anhand der Fallstudien verifiziert- und weiterentwickelt. Im weiteren Projektverlauf umfasst die typologische Analyse die Auswertung von relevanten Merkmalen der Kühlung, Nutzungsstrukturen, Konstruktion und des Energieverbrauchs.

5 Literatur

Erhorn H., Morck O., Mroz T., Schmidt F., (2007), Technical Synthesis Report Annex 36, Retrofitting in Educational Buildings, Faber Mansuett, Hertfordshire, UK

Fischer R., (2010), Typologische Merkmale zur Sanierung des Gebäudeparks, 16. Statusseminar Forschen und Bauen im Kontext von Energie und Umwelt, Hochschule Luzern, Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur (CCTP), CH

Fischer R., Schwehr P., (2010), Building Typology and Morphology of Swiss Multi-Family Homes 1919-1990, Hochschule Luzern, Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur (CCTP), CH

Geier S., Höfler K., (2010), Retrofit Strategies - Design Guide Part B, AEE - Institute for Sustainable Technologies (AEE INTEC), Austria

Koutamanis A., Steijns Y., (2005), A briefing approach to dutch school design, Delft University of Technology, NL

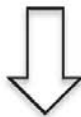
Koutamanis A., Steijns Y., (2004), Individual Workplaces and Group Spaces: new flexible learning environments in secondary education, Delft University of Technology, NL

Haselsteiner E., Lorbek M., Stosch G., Temel R., (47a/2010), Handbuch Baustelle Schule, Nachhaltige Sanierungsmodelle für Schulen, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, A

Haselsteiner E., Lorbek M., Stosch G., Temel R., (47b/2010), Handbuch Baustelle Schule, Ein Leitfaden zur ökologisch nachhaltigen Sanierung von Schulen, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien



Auswahl
 typischer Schulgebäude aus Österreich, Belgien,
 Dänemark und der Schweiz- 28 Fallstudien

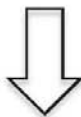


Gesamttypen (Gebäudebestand)

definiert durch Kombinationen von Leitmerkmalen(Bauperiode, Anzahl der Geschosse)

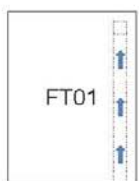
Periods of construction	pre 1910	1910-1920	1920-1950	1950-1970	after 1970
1 floor				B13, B14, B17	B20
2-3 floors	B1, B2, B3, C101	B105	A1, A2, A3, A4, B206, C102, C104	A5, A6, B206, C102, C104	A6, C101, C104, B10, C101
above 3			A11	C101, B1, B1	F101, B10, C101

Auswahl 8 typischer Schulgebäude welche relevant für die Vorfabrikation sind

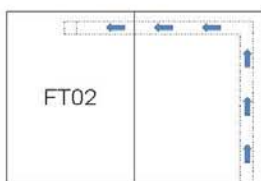


Fokustypen (am Beispiel der Fokustypen Lüftungsverteilung)

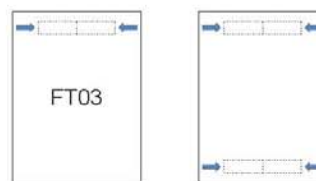
definiert durch Kombinationen von Fokusmerkmalen



V1 zentrale Lüftungsanlage mit vertikalem Verteilsystem
 Merkmale Gebäudebestand:
 -Massivbau mit tragender Aussenwand
 -Lochfassade
 -geringe bis mittlere Gebäudehöhe
 -ausreichende Brüstungs- und Sturzhöhen zur Lüftungsverteilung
 -ausreichender Abstand zwischen Fensteröffnungen
 Massnahmen Gebäudeerneuerung:
 -Aufdopplung der bestehenden Aussenwand
 -Luftzufuhr im Sturz- oder Brüstungsbereich

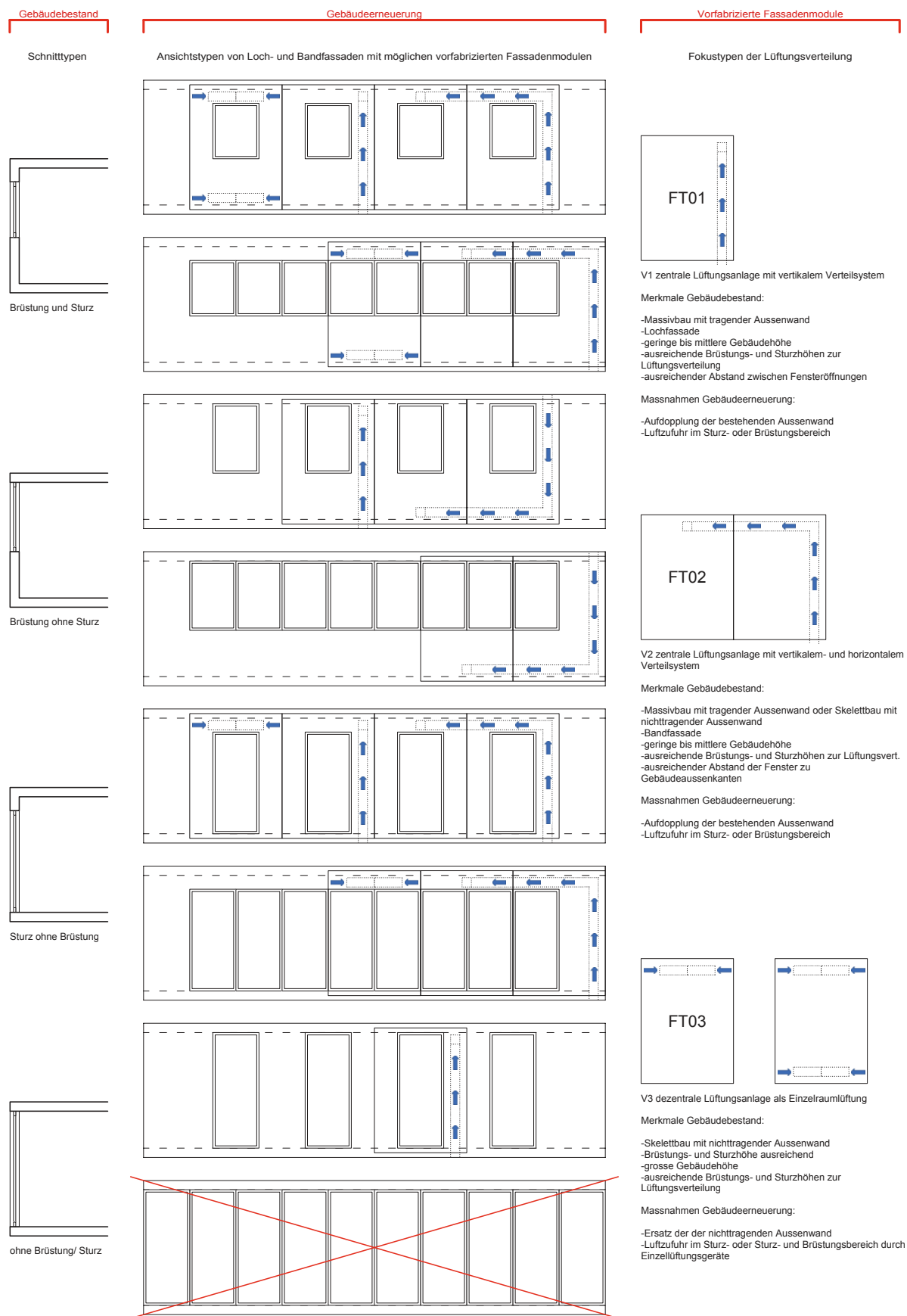


V2 zentrale Lüftungsanlage mit vertikalem- und horizontalem Verteilsystem
 Merkmale Gebäudebestand:
 -Massivbau mit tragender Aussenwand oder Skelettbau mit nichttragender Aussenwand
 -Bandfassade
 -geringe bis mittlere Gebäudehöhe
 -ausreichende Brüstungs- und Sturzhöhen zur Lüftungsverteilung
 -ausreichender Abstand der Fenster zu Gebäudeausserkanten
 Massnahmen Gebäudeerneuerung:
 -Aufdopplung der bestehenden Aussenwand
 -Luftzufuhr im Sturz- oder Brüstungsbereich



V3 dezentrale Lüftungsanlage als Einzelraumlüftung
 Merkmale Gebäudebestand:
 -Skelettbau mit nichttragender Aussenwand
 -Brüstungs- und Sturzhöhe ausreichend
 -grosse Gebäudehöhe
 -ausreichende Brüstungs- und Sturzhöhen zur Lüftungsverteilung
 Massnahmen Gebäudeerneuerung:
 -Ersatz der der nichttragenden Aussenwand
 -Luftzufuhr im Sturz- oder Sturz- und Brüstungsbereich durch Einzellüftungsgeräte

Anhang 1: Vorgehen bei der Entwicklung der qualitativen Schulgebäudetypologie



Anhang 2: Übersicht von Schnitt- und Ansichtstypen des Gebäudebestands und die Ableitung von Fokustypen der Lüftungsverteilung