

Das Fliegende Klassenzimmer – DFK

vom Modulbau zum typisierten und seriellen Baukasten für temporäre Schulbauten

Dipl. -Ing. Architekt Andreas Spiess
Dipl. -Ing. Architekt Thomas Fundel
Bezirksamt Tempelhof-Schöneberg
Berlin, Deutschland



Das Fliegende Klassenzimmer – DFK

Vom Modulbau zum typisierten und seriellen Baukasten für temporäre Schulbauten

1. Einleitung

Das Baumanagement des Berliner Bezirks Tempelhof-Schöneberg beschäftigt sich seit nunmehr 5 Jahren mit temporären Schulbauten in Holzbauweise, die ursprünglich als temporäre Ausweichstandorte bei Grundsanierungen von Schulbauten innerhalb der Berliner Schulbauoffensive gedacht waren.

Im Zeitraum von nicht einmal zehn Jahren sollen in Berlin insgesamt 5,5 Milliarden Euro in 60 neue Schulen und den Abbau des Sanierungsstaus bei Bestandsgebäuden in Höhe von 2,8 Milliarden Euro investiert werden. Es ist aber abzusehen, dass sowohl das Zeitfenster als auch der finanzielle Rahmen zur Lösung der Aufgaben erweitert werden müssen. Tempelhof-Schöneberg ist eine Kommune mit rund 350.000 Einwohnern und insgesamt 56 Schulstandorten. Der Sanierungsstau im Bezirk beläuft sich zurzeit auf ca. 450 Millionen Euro, zeitgleich ist ein Schülerzuwachs von rund 13 Prozent bis zum Jahr 2026 zu erwarten. Die temporären Gebäude müssen also auch den weiterhin kontinuierlichen Zuwachs an neuen Schülern im Bezirk auffangen. Dabei sind diese Projekte durch einen enormen Zeitdruck gekennzeichnet.

Diese Rahmenbedingungen bedingen eine industrielle, möglichst serielle Bauweise, die durch einen hohen Vorfertigungsgrad und grosse Zeitersparnisse im Bauablauf gekennzeichnet ist. Der Klimawandel mit dem Zwang zur CO₂-Einsparung, verbunden mit dem Nachhaltigkeitsgedanken führten in Tempelhof-Schöneberg konsequent und unabhängig von politischen Vorgaben, zur modularen Holzbauweise.

Die Grundstücksnot im Bezirk und sehr beengte Platzverhältnisse an den vorhandenen Schulstandorten erfordern Gebäude die sich an verschiedenste nutzerspezifische wie architektonischer Situationen anpassen können. Immer bestand der Anspruch unterschiedlichen pädagogischen Konzepten Raum zu bieten, also innerhalb einer ansprechenden aber funktional seriellen Architektur flexiblere Grundrisse für Schulen zu generieren.



Abbildung 1: Temporäre Schulersatzgebäude der letzten 40 Jahren (vlnr MUR ca. 1980, MEB ca. 2010)

Temporäre Schulgebäude haben in Berlin keine positive Geschichte und sind von einer durchweg negativen Konnotation belegt. Provisorien wurden immer wieder zu Dauereinrichtungen, Standzeiten verlängern sich weit über die Restnutzungsdauer, hohe Instandhaltungskosten und teure Sanierungen kennzeichnen diese Dauerprovisorien. Zudem ist der Beitrag dieser durchweg pragmatischen Gebäude zur Baukultur äusserst gering (Abb. 1). Die Entwicklungsgeschichte der Fliegenden Klassenzimmer spiegelt ein Herantasten

an die Thematik temporärer Schulbauten in industriell gefertigter Holzbauweise dar und führte im Entwicklungsprozess vom Holzmodulbau aus vorgefertigten Raumzellen, hin zur elementierten Plattenbauweise, hybrider Konstruktionen mit angestrebter anspruchsvoller Architektur.

2. Die Fliegenden Klassenzimmer

2.1. Typ DFK 1.0

Zwei Schulergänzungsgebäude in Holzmodulbauweise

Dass vor einigen Jahren scheinbar nicht absehbare Dilemma der Gleichzeitigkeit der Problemfelder durch massives anwachsen an Schülerzahlen, dem Mangel an pädagogischen Flächen, einem umfänglichen Sanierungsstau sowie die Schliessung von Schulstandorten führt zu grossen Herausforderungen und einem permanenten Zeitmangel durch die Dringlichkeit der Probleme bei der Entwicklung und Umsetzung von innovativen Lösungsansätzen. Entscheidend für die Grundsanierungen im Altbestand ist die Vorhaltung von Ausweichflächen, damit nicht bei laufendem Betrieb saniert werden muss, was für alle Beteiligten unzumutbar ist und ausserdem keine wirtschaftliche und vor allem schnelle Sanierung ermöglicht.

Ende 2017 zeichnete sich für das Baumanagement genau diese Problemlage an zwei Schulen ab. An zwei Standorten sollten temporär zusätzliche Schüler bis zur Erweiterung ihres Schulstandortes sowie Schüler aus Bauabschnitten einer Gebäudesanierung in Gebäuden mit je zweimal acht Klassenzimmer, zwei Lehrerräume eine Teeküche sowie ein Sanitäräume untergebracht werden. Als Projektlaufdauer wurden durch das Schulamt ein Zeitraum von 6 Monate benannt. Üblicherweise werden solche Projektprobleme durch die kurzfristige Anmietung von Stahlcontainermodulen gelöst, hiermit wollten sich die Architekten des Baumanagements jedoch nicht zufriedengeben.



Abbildung 2: Entwurfsdarstellung – das fliegende Klassenzimmer (©MK Design Visualisierung)

So entstand das Projekt «Das Fliegenden Klassenzimmer». Ausgehend von ähnlichen Projekten in anderen Städten, wie z.B. Frankfurt am Main oder Zürich sollten zwei temporäre Holzmodulgebäude gebaut und deren Wirtschaftlichkeit gegenüber Stahlcontainern mit einer durchschnittlichen Mietzeit von 8 Jahren nachgewiesen werden.

Als eine der wenigen Kommunen deutschlandweit besitzt das Baumanagement noch eine eigene Entwurfs- und Planungsgruppe mit 14 Mitarbeitern, davon 6 Projektarchitekten, die Projektentwicklung betreibt, aber auch konkrete Architektenleistungen gemäss HOAI erbringt.

Wir sind der Ansicht, dass wir als fachkundiger Bauherr auch das Know-how der anstehenden Aufgaben vorhalten müssen, die Freude am Architektenberuf fördern und Hüter einer öffentlichen Baukultur sind. Dieses Architekturbüro der öffentlichen Hand rechnet

sich wirtschaftlich schon alleine durch die Einsparungen bei den Honoraren der Objektplaner und den einhergehenden, verkürzten Abstimmungsprozessen aller am Planungsprozess beteiligten, vor allem jedoch in der baulichen Unterhaltung durch das eigene Wissen um das Projekt. Nichtsdestoweniger werden auch weiterhin bis zu 90 Prozent der Projektaufträge an freischaffende Kollegen vergeben, die sich über eine fachkundige Projektsteuerung freuen.

Zielsetzung und Realisierung

Aufgrund der engen Zeitvorgaben wurde «das fliegende Klassenzimmer» von einem unserer Projektarchitekten nicht nur entworfen, sondern auch durch eine funktionale Leistungsbeschreibung als Grundlage der GU-Vergabe erarbeitet. Die beiden Bauten sollten einen Pilotcharakter für die kommenden Aufgaben des Bezirkes haben. Bewusst wurde ein einfacher, linearer und eingeschossiger Baukörper gewählt.

Das Werk sollte folgende Parameter aufweisen: temporäre Holzmodulbauweise aus Raumzellen, eine kurze Aufstell- und Bauzeit sowie eine lichte Raumhöhe 3,0 m. Ein belüftetes Kaltdach und ein grosser Dachüberstand als passiver Sonnenschutz. Ökologische Baustoffe, eine gute Nachhaltigkeitsbilanz und ein hoher Wiederverwendungsgrad von über 90 Prozent kennzeichnen die Rahmenbedingungen. Hohe Raumluftqualität erreichbar durch minimale mechanische Lüftung und einbruchgeschützte, mechanische Fensterlüftung zur Nachtauskühlung. Eine Energieversorgung über separates Energiemodul mit Luftwärmepumpe und nicht zuletzt eine ansprechende Architekturqualität runden das Projekt ab.

Der Gebäudeentwurf und die funktionale Ausschreibung konnten nach vier Monaten veröffentlicht und vergeben werden. Die Schweizer Firma Blumer-Lehmann, die als Generalunternehmer auch mit deutschen Subunternehmern vor Ort zusammenarbeitet, erhielt den Zuschlag nach öffentlicher Ausschreibung.



Abbildung 3 und 4: Montage der Raumzellen

Die funktionale Leistungsbeschreibung für solch ein Projekt sollte jedoch klug überlegt werden. Zu viele Festlegungen schränken das Einbringen des Fachwissens des GU Modulbauers ein und wirken sich negativ auf die Kosten aus. Andererseits müssen die Qualitätsvorstellungen des Auftraggebers deutlich zum Ausdruck gebracht und Gegenstand der Ausschreibung werden. In jedem Fall ist eine enge Abstimmung mit dem Auftragnehmer während der gesamten Werk- und Montageplanung notwendig. Entscheidungsfreudigkeit auf Seiten des Auftraggebers ist bei den enorm kurzen Produktionszeiten ein Muss.

Die Produktionsphase der Holzmodule ist äusserst beeindruckend. Hier werden alle Vorteile einer industriellen Bauproduktion sichtbar, wie wetterunabhängiges Bauen, wohlgeordnet auf einer Baustrasse in einer Halle und mit zufriedenen Handwerkern. Drei bis vier Monate später konnten die Module mit Sattelschleppern zum Grundstück nach Berlin transportiert werden. Innerhalb von vier Tagen war das Gebäude zusammengefügt und der Innenausbau konnte beginnen.



Abbildung 5: DFK1.0 – Nach Fertigstellung (© Lehmann Gruppe)

Erkenntnisse aus dem Projekt

Das Pilotprojekt hat zu wichtigen Lerneffekten bei allen Beteiligten geführt. Der Auftraggeber, vor allem die öffentliche Bauverwaltung, muss sach- und fachlich gut aufgestellt sein, schnell Entscheidungen treffen und ihren nativen Leistungsteil, wie die Baugenehmigung, die technische Anbindung und den Anschluss ans öffentliche Netz, perfekt koordinieren und termingerecht abwickeln. Die Architektur bestimmenden Bauteile müssen über Leitdetails vom Bauherrn in der Ausschreibung vorgegeben werden. Ausländische Auftragnehmer müssen sich zudem mit dem deutschen Baurecht, umfangreichen Normenvorgaben und den anerkannten Regeln der Technik in Deutschland anfreunden.

Das Umsetzen der Gebäude, in diesem Fall nach etwa fünf Jahren, muss integraler Bestandteil der Leistungsbeschreibung und des Vertrages sein. Die Beauftragung mehrerer Gebäude könnte in Folge über bezirkliche oder landesweite Rahmenverträge geregelt werden und somit zu Preisvorteilen auf Seiten der öffentlichen Hand führen. Die zwei Schulgebäude konnten mit insgesamt 4,4 Millionen Euro brutto Gesamtbaukosten abgerechnet werden.

Die beiden DFK1.0 Pilotbauten sind insgesamt nach knapp über einem Jahr Projektlaufzeit ein voller Erfolg. Alle avisierten Ziele des Pilotvorhabens wurden erreicht, zudem konnte durch technisches Monitoring nachgewiesen werden, dass sich die Gebäude insbesondere in der kritischen Sommerphase, vollumfänglich hinsichtlich des sommerlichen Wärmeschutzes bewährt haben.

2.2. DFK 2.0

Die Weiterentwicklung: Das fliegende Klassenzimmer 2.0 – ein typisierter und seriellerer Baukasten für den Schulneubau

Ziele

In Folge der Revision der umgesetzten Prototypen DFK1.0 an zwei Standorten und des in Umsetzung befindlichen Probebaus DFK.75 mit 2 Klassenräumen manifestierten sich die zentralen Entwurfsziele, die für die Umsetzung des DFK2.0 von integraler Bedeutung sind und die Leistungsfähigkeit des neu entwickelten Bausystems vom Typ 2.0 widerspiegeln. Zentraler Aspekt ist eine überwiegend serielle Gross-Tafelbaukonstruktion, ergänzt durch sinnfällige modulare Bauteile und Konstruktionen mit hohem Vorfertigungsgrad zur Schaffung eines typisierten Schulbaus, der sich durch flexible Grundrisse auszeichnet, die ein modernes pädagogisches Konzept bedienen können, aber in seiner Gesamtheit auch immer auf komplexe städtebauliche Situationen vor Ort durch die Logik des Entwurfsbaukastens reagieren kann.

Seine Verwendung wird das DFK2.0 vor allem in der Ergänzung von temporären Schulplatzbedarfen an verschiedensten Schulstandorten finden, damit geht eine geforderte Mobilität und Variabilität der Konstruktion einher, ohne bestehende und geforderte Qualitäten dauerhafter Schulbauten zu vernachlässigen. Eine Umsetzung der Gebäude ist prinzipiell vorgesehen.

Grundsätzlich ist der Typ DFK2.0 behindertengerecht gemäss der Richtlinie «design for all» geplant und mehrgeschossig bis jedoch max. 3 Vollgeschosse inkl. Aufzug ausführbar. Die bewusste Entscheidung Holz als primärer Baustoff zu verwenden spiegelt den ökologischen und nachhaltigen Anspruch Tempelhof-Schönebergs wider.

Als Pilotprojekt wird an der Gemeinschaftsschule in Berlin-Friedenau ein dreigeschossiges Schulgebäude angepasst an die Pädagogik der Schule 2022/23 realisiert.

Baukasten

Die durch die Ziele definierten Randparameter finden in der Funktion, wie aber auch in der Konstruktion des Baukastens einen direkten Niederschlag. Primäre Anforderungen an diesen modularen Holzbaukasten sind demnach Flexibilität in äusserer Gestaltung und der inneren Organisation, Nachhaltigkeit der verwendeten Baustoffe sowie die Wiederverwertbarkeit der Elemente und des Gebäudes in Gänze oder Teilen über den gesamten Gebäudezyklus.

Eine sinnfällige Konstruktion, die ökonomische Aspekte der Bauwirtschaft, hier die Logik der Bauelemente und der Vorfertigung, berücksichtigt sowie ökologische Vorgaben der Energieeinsparverordnung bilden das Gerüst des Schulbaukastens, der noch durch regulatorische Anforderungen des Schall- und Brandschutzes ergänzt wird.

Obleich der geplanten temporären Standzeiten und dem avisierten hohen Wiederverwendungsgrad berücksichtigt der Baukasten sowie die darin enthaltenden Bauprodukte alle technischen Baubestimmungen. Dies wird vor allem durch die konsequente Verwendung von bauphysikalisch und ökologisch geprüfter sowie zugelassenen Bauteile und Bauteilfügungen mit vorhandenen Verwendbarkeitsnachweisen erreicht. Durch die konsequente systematisierte Nutzung des Holztafelbaus können unterschiedlichste Gebäudekonfigurationen selbst bei schwierigsten Grundstücksflächen verwirklicht werden.

Funktional findet eine Typisierung der Funktionseinheiten in einzelne eigenständige Funktionszonen statt. Dies ermöglicht im System des Baukastens eine freie Addition der Funktionseinheiten, sowie Anordnung bei gleichzeitiger Flexibilität der Grundrisse (Abb. 6). Bautechnisch findet eine Reduktion auf nur wenige differenzierte, aber serielle Bauteile mit einem hohen Vorfertigungsgrad statt.

Funktionsbereiche

Die Gesamtheit der Funktionseinheit Schule wird im ersten Schritt auf 3 sich logisch abgegrenzte Funktionsbereiche reduziert. Jeder Funktionsbereich folgt einer sich eigen innenwohnenden logischen Konstruktion und damit auch einer einhergehenden äusseren Ausprägung.

Identifiziert wurden als Funktionsbereiche das Compartment (Allgemeiner Unterrichtsreich), ein Service- und Wirtschaftsbereich sowie ein Mehrzweckbereich (Teambereich Pädagogen und Verwaltungsbereich). Die letzteren Bereiche bilden einen zentralen Kern- und Serviceblock an den die Compartments in freier Addition anschliessen können (Abb. 7).

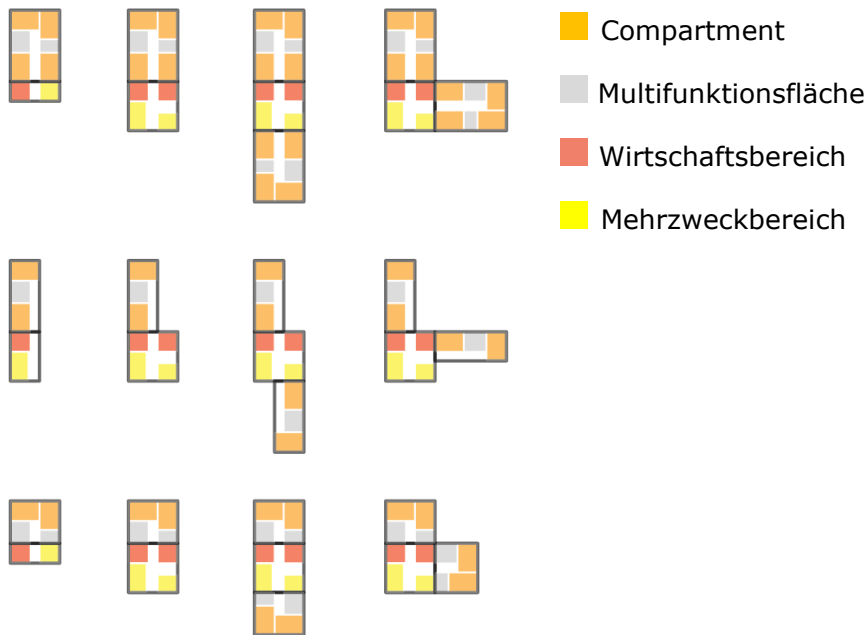


Abbildung 6: DFK1.0 – Freie Anordnung der Funktionsbereiche, Anmerkung zur Darstellung: Jedes Compartment ist dem besseren Verständnis geschuldet nochmal in Stammgruppen und Multifunktionsflächen unterteilt, dennoch bilden sie eine Funktionseinheit.



Abbildung 7: Systematik der Funktionsbereiche

Das Compartment

Kern des Baukastens bildet der Funktionsbereich Compartment, basierend auf eine Reihung klar definierter Grundmodule. Die Bezeichnung Modul ist hier rein funktional und nicht bautechnisch zu begreifen, da das Compartment in serieller Holztafelbauweise und nicht aus Raumzellen ausgeführt werden soll.

Das Grundmodul besteht aus je 2 Stammgruppenräumen mit rd. 64m² Nutzfläche einer direkt zugeordneten Multifunktions- oder Dispositionsflächen in unterschiedlicher Grösse und einer zugeordneten Erschliessungsfläche. Die Multifunktions- oder Dispositionsflächen werden je nach pädagogischen Konzepten gesondert ausgebaut und können bei Bedarf jederzeit entsprechend veränderter Nutzungsanforderungen während der Standzeit umgebaut und -genutzt werden.

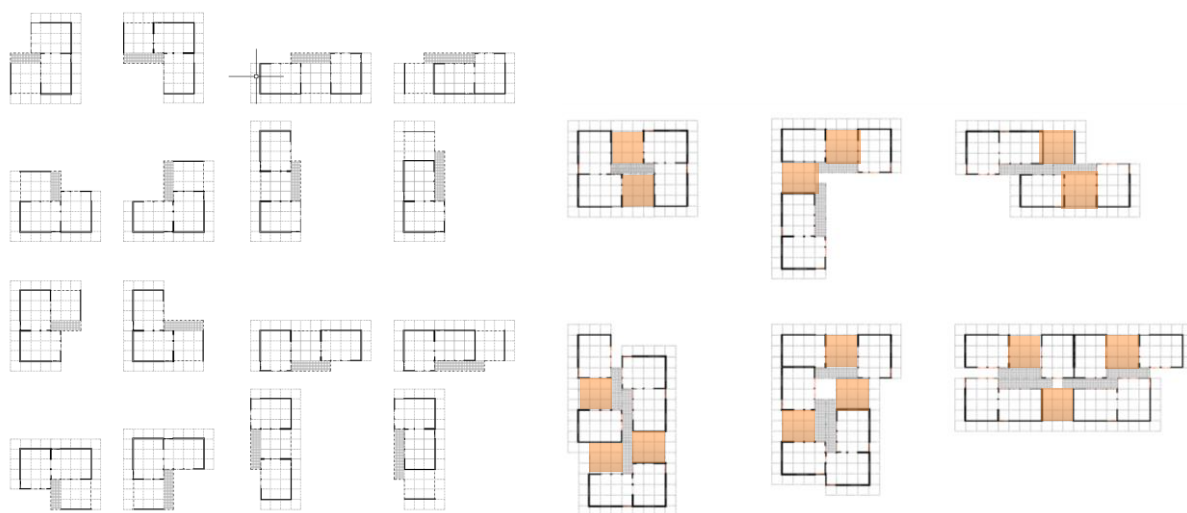


Abbildung 8 und 9: Variationen des Grundmoduls, Addition der Grundmodule zu Funktionseinheiten

Die verschiedenen Module wurden aus einem optimierten Compartmenttyp mit annähernd 400m², bestehend aus 2 Grundmodulen, also insgesamt 4 Klassenzimmer und 2 Multifunktions- oder Dispositionsflächen, sowie zentraler Erschließungsfläche die unter anderem als Forum oder pädagogische Gemeinschaftsfläche genutzt werden könnte, abgeleitet (Abb. 8).

Aus der freien Addition der wenigen aber klar definierten Grundmodule entsteht eine lebendige und variable Grundrisstypologie, die sich aus nur wenigen konstruktiven Einzelkomponenten herstellen lässt (Abb. 9).

Das Grundmodul ist so konzipiert, dass es aus lediglich zwei unterschiedlichen Innen- und drei unterschiedlichen Aussenwandtafeln herstellen lässt.

Die Variabilität der Addition ist nicht nur in Ebene, aber auch in der Stapelung denkbar. Die bezeichneten Multifunktions- oder Dispositionsflächen bedürfen einer genaueren Betrachtung, da sie das zentrale Merkmal des Baukastens darstellen.

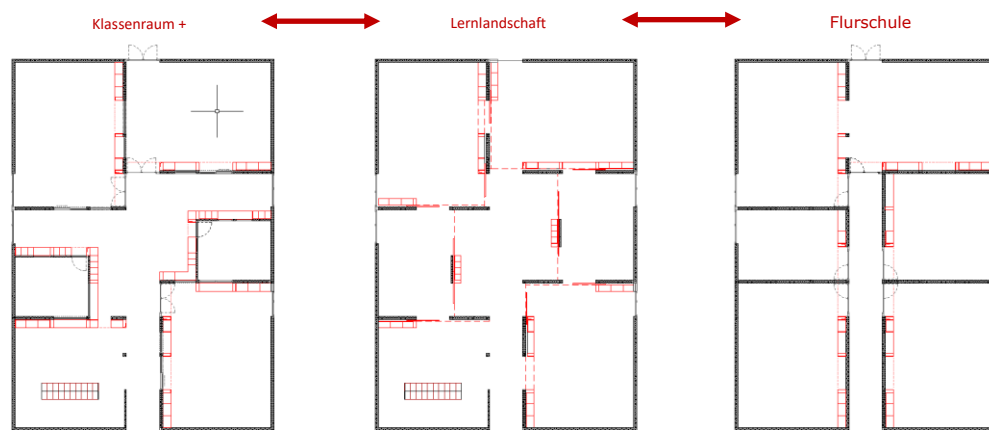


Abbildung 10: Ausbauvarianten des Compartements

Dieser zentralen Forderung folgt der Entwurf, indem er die 2 unterschiedlichen Innenwandtafeln mit vorgefertigten Wandöffnungen vorsieht und entsprechend dem jeweiligen pädagogischen Konzept der Schule einen Ausbau der zugeordneten Dispositionsflächen und Nutzung als Teilungs-/Kursräume, Differenzierungsfläche und/oder Besprechungsräume ermöglicht. Alle raumbildenden Ausbauten, die die Nutzung der Multifunktions- oder Dispositionsflächen definieren werden in Form eines temporären nicht statisch relevanten Leichtbaues z.B. in Form von Einbaumöbeln oder Holz-Glastrennwänden ausgeführt. Je nach Ausbau werden vorhandene Öffnungen in den Holztafeln als Durchgänge und -sichten ausgeführt. Nicht genutzte Öffnungen werden werkseitig mit temporären Einbauten verschlossen (Abb. 10).

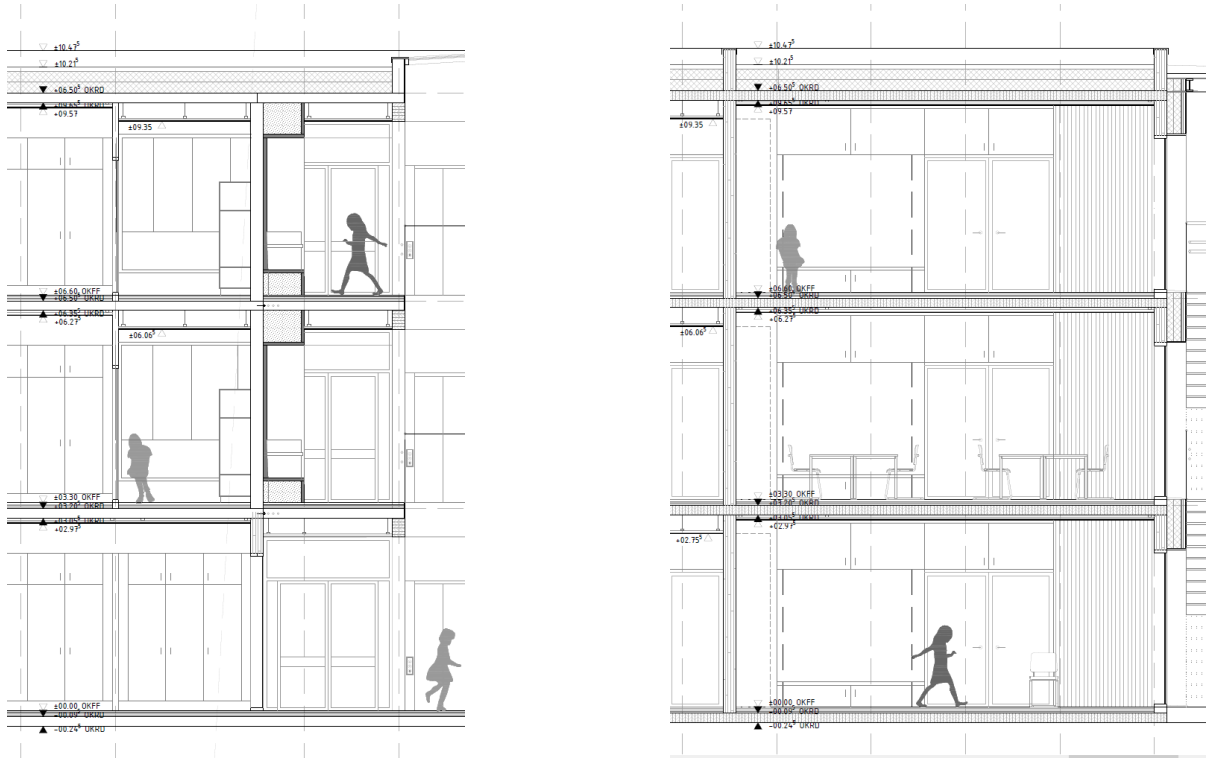


Abbildung 11 und 12: Systemschnitte Quer und Längs, DFK2.0 – Friedenauer GMS

Ausbauvarianten im Mehrzweckbereich

Der Logik der Multifunktions- oder Dispositionsflächen folgend befinden sich im Kern- und Serviceblock weitere Nutzflächen, die entsprechend der speziellen Anforderungen der jeweiligen Nutzer spezifisch genutzt und ausgebaut werden können, aber auch jederzeit nachträglich verändert werden können.

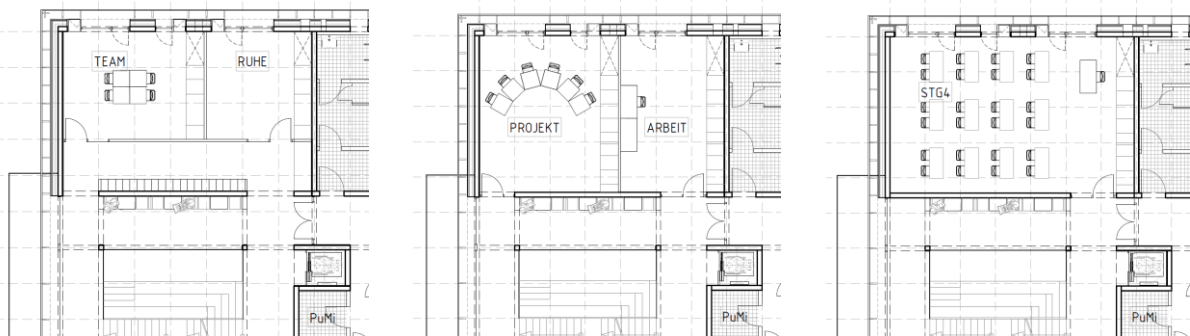


Abbildung 13: Ausbauvarianten des Mehrzweckbereiches

Auch diese Ausbauten werden in direkter Absprache mit dem Nutzer im Leichtbau ausgeführt, um ein Maximum an Flexibilität bei Nutzungsänderungen zu gewähren. In diesem Beispiel handelt es sich im ersten Fall um eine Kombination von Teamkommunikationsraum, Ruheraum und Schliessfächern. Der zweite Fall verzichtet auf den Flur zugunsten 2 grösserer Räume für z.B. Projektarbeiten und ein Büro und oder Arbeitsraum. Der dritte Fall reduziert die Fläche auf einen Stammgruppen oder Mehrzweckraum (Abb. 13). Die Ausbauten können von Etage zu Etage variieren.

Typisierung der Bauteile

Gemäss der Logik des Baukastens ergeben sich folgende Typisierungen der Baukonstruktion entsprechend der ermittelten Funktionsbereiche. Exemplarisch erfolgt dies an dem Entwurf für die Friedenauer GS. Das Regelgeschoss besteht aus 2 unabhängig Bauteilen, die zugleich die inneren Brand- und Rauchabschnitte ausbilden.

Einzig der Service- und Wirtschaftsbereich wird, auf Grund des hohen Vorfertigungsgrad und benötigten technischen Ausstattung, industriell als Raumzellenmodule vorgefertigt. Die vertikale Erschliessung zwischen den Raumzellen wird über Fertigbauteile und einem räumlichen hölzernen Stabtragwerk ausgebildet. Das Compartment, auf Grund seiner benötigten Flexibilität im Grundriss, wird als Bauteil überwiegend aus Grossholztäfeln konzipiert. Die Ausführung der elementierten Aussenwände erfolgt in einem festgelegten Bauraster, basierend auf dem gewählten Grundmass, orientiert sich an den maximalen Tafelabmessungen der Compartmentwände sie werden als präfabrizierte Rahmenbauelemente errichtet. Diese Wahl der Konstruktion ermöglicht ein möglichst freies Fassadenraster und äusseres Erscheinungsbild, sowie eine nahezu freie Wahl der Bekleidung der Fassade.



Abbildung 14 und 15: Perspektive DFK2.0 – Rubensstrasse

2.2. DFK 0.75

Der Prototyp für das DFK2.0

An dem bezirklichen Schulstandort Eckener-Gymnasium in Berlin-Mariendorf werden zurzeit 2 zusätzliche Klassenräume, die im Altbau zur vorgeschriebenen Essensversorgung (Mensa-Bauprogramm) umfunktioniert wurden, benötigt. Für den Zeitraum bis zur Sanierung des Schulstandortes in ca. 5 Jahren sollten Stahlcontainer als zweigeschossige Interimslösung zum Einsatz kommen. Das Baumanagement nutzte diesen Fehlbedarf aktuell, um ein eingeschossiges Probegebäude mit 2 Klassenräumen für das kommende DFK 2.0 zu errichten. Die Realisierung ist für Ende 2021 vorgesehen.

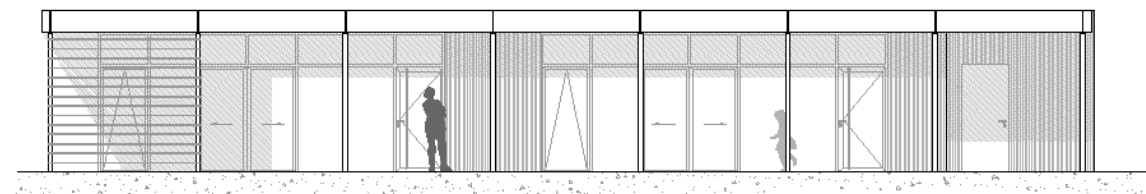


Abbildung 16: Ansicht Holzmodul DFK.75

Das Gebäude dient als Muster für die Entwicklung weiterer Schulergänzungsbauten vom Typ DFK2.0, dass perspektivisch die Schulbauoffensive des Landes Berlin (BSO) mit kostengünstigen Gebäuden in modularer Bauweise und mit kurzer Bauzeit unterstützen soll. Zielsetzung ist mit dem Gebäude einen Prototyp für die Grossserie zu entwickeln, der die wesentlichen technischen und funktionalen Aspekte des Bautyps klärt. Erprobt werden hier grundlegende Gedanken zur Gründung, Baukonstruktion in Tafelbauweise, Haustechnik mit dezentralen Lüftungsgeräten, Vergabe an regionale Holzbauunternehmen sowie Logistik und Betrieb.



Abbildung 17 und 18: Schulersatzcontainer und Holzmodul DFK.75

3. Fazit und Ausblick

Sollten sich der Prototyp und der Pilot des DFK2.0 bewähren stünden dem Bezirk und dem Land Berlin ein Baukasten für temporäre, aber auch dauerhafte Schulbauten in Holzbauweise zur Verfügung. Dieser Baukasten käme bei Sanierungen von Altbauten und Platzbedarf für neue Schülerinnen und Schüler an Schulstandorten zum Einsatz. Durch seine Flexibilität ist der Baukasten für knifflige Standortsituationen und die Individualisierung der Nutzung durch die Nutzer prädestiniert.

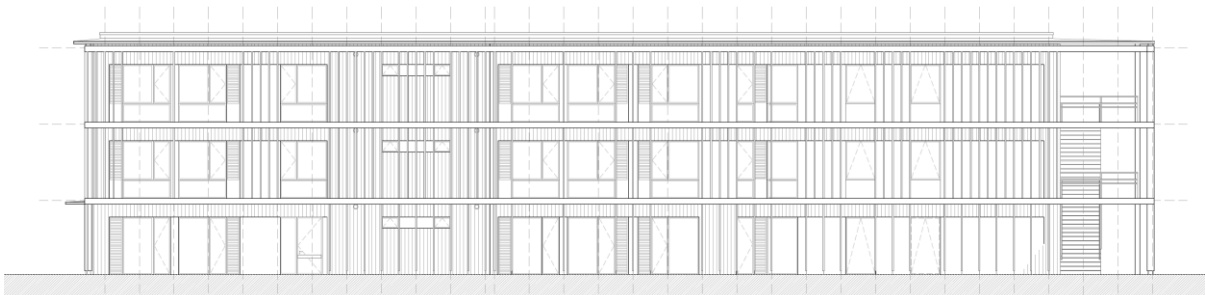


Abbildung 19: Ansicht Holzmodul DFK2.0