

Dr. Wilfried Buddensiek  
Universität Paderborn  
Fakultät für Kulturwissenschaften  
Institut für Humanwissenschaften  
E-Mail: wibu@mail.upb.de

## **Der Raum als dritter Pädagoge – Pädagogische Potentiale der fraktalen Schularchitektur**

1. Entstehungszusammenhänge
2. Der Ausgangspunkt: Funktionale Schülerarbeitsplätze
3. form follows function: Vom Gruppentisch zum Lernraum
4. Hexagonale Variationen: Vom Lernraum zum fraktalen Baukomplex
5. Besonderheiten der „fraktalen“ Schularchitektur
6. Das Neubauprojekt als Vorbild für den Altbau-Umbau
7. Literaturverzeichnis
8. Anhang: Power-Point-Präsentation der fraktalen Schule

## Fraktale Schularchitektur



*Abb.1: Hexagonale Gruppenarbeitsplätze im fraktalen Schulgebäude*

*Entwurf: Dr. Wilfried Buddensiek*

*Foto: Vera Zahlten*

### 1. Entstehungszusammenhänge

Die fraktale Schularchitektur entstand aus der Suche nach pädagogisch funktionalen Schülerarbeitsplätzen sowie nach Lernräumen, die offene, schüler- und handlungsorientierte Lernformen unterstützen. Sie wurde vom Verfasser dieses Aufsatzes im Rahmen eines schulpädagogischen und arbeitswissenschaftlichen Forschungsprojekts an der Universität Paderborn entwickelt und zusammen mit einem interdisziplinären Planungsteam von Architekten, Innenraumgestaltern, Schulträgern sowie Schul- und Freizeitpädagogen zur Baureife gebracht (vgl. BUDDENSIEK 2001, S. 70f., S.183-244). Erstmals realisiert wurde die fraktale Schularchitektur bei Erweiterungsbauten für zwei

Herforder Ganztagsgrundschulen, die im Jahr 2007 fertiggestellt wurden (vgl. BUDDENSIEK 2008b). In die Detailgestaltung der Herforder Schulbauten sind Erfahrungen aus der skandinavischen Lernraumgestaltung und -möblierung eingeflossen (vgl. TÖRNQUIST 2005). Beim pädagogischen Entwurf der fraktalen Schularchitektur hat der architektonische Leitsatz „form follows function“ eine konsequente Anwendung gefunden. Den Ausgangspunkt bildeten die Auseinandersetzung mit pädagogisch dysfunktionalen Schülerarbeitsplätzen auf der *Mikroebene* von Schulen sowie die Suche nach einer kommunikations- und gesundheitsfördernden Lernraumgestaltung auf der *Mesoebene*. Zugleich aber ging es auf der *Makroebene* der Gebäudeplanung um die Frage, wie sich räumliche Reviere für kleine, dezentrale Arbeitseinheiten bilden lassen, die etwa die Größendimension von vier Schulklassen umfassen. Die Planungsschritte von der Mikroebene des Schultisches bis zur Makroebene des Baukomplexes werden im Folgenden nachgezeichnet. Daraus erklärt sich auch der Begriff der „fraktalen“ Architektur, der im **Abschnitt 5** näher erläutert wird.

## 2. Der Ausgangspunkt: Funktionale Schülerarbeitsplätze

Schülerarbeitsplätze an deutschen Schulen bestehen in den meisten Fällen aus einem stapelbaren Stuhl und einem rechtwinkligen, nicht stapelbaren Tisch, den sich zwei Lernende teilen. Das ist für viele Pädagogen so selbstverständlich, dass die pädagogische Funktionalität dieser Möblierung nur selten hinterfragt wird. Gelegentlich gibt es im Klassenraum feste oder rollbare Regale, in denen sich persönliche Ablagefächer befinden. Selten sind diese den Schülerarbeitsplätzen unmittelbar zugeordnet.

Die rechtwinkligen Schultische haben zumeist eine Breite von 130cm und eine Tiefe von 50-55cm. Daneben gibt es Schultische mit 65cm Tiefe. Diese bieten zwar eine etwas größere Arbeitsfläche, beanspruchen aber mehr Stellfläche und engen damit den häufig ohnehin knappen Bewegungsraum weiter ein. Die herkömmlichen Partnertische von 50cm Tiefe und 130cm Breite haben sich bei dominantem Frontalunterricht bewährt. Sie sind funktional, wo es um diszipliniertes Stillsitzen und Zuhören geht. Ihr Hauptdefizit liegt in der geringen *Einzelarbeitsplatzbreite* von lediglich 65cm, die insbesondere bei Reihen- oder Hufeisenformationen zu einer sehr geringen Netto-Bewegungsfläche von ca.  $0,8 \times 0,65 \text{m} = 0,52 \text{m}^2$  pro Schüler führt. *Bewegtes, schüler- und handlungsorientiertes Lernen* kann sich an derartig engen Arbeitsplätzen nur schwer entfalten. Für eine

kommunikationsfördernde Lernraumgestaltung wird demgegenüber ein Bewegungsspielraum von mindestens 1m Breite und eine *Nettobewegungsfläche von 1m<sup>2</sup>* pro Schüler empfohlen (vgl. BUDDENSIEK 2006, S.42).

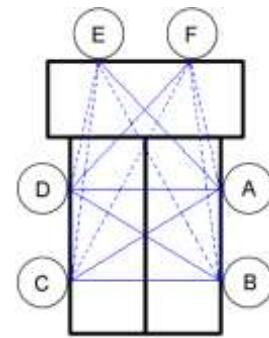
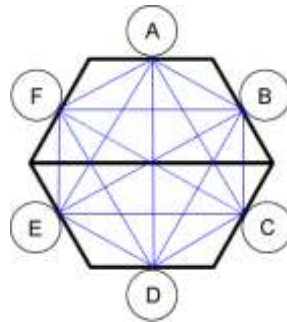
Wo sich eine *neue Lernkultur* mit offenen Arbeitsformen entwickeln soll, gewinnen *Gruppenarbeitsplätze* an Bedeutung. Unter dem Anspruch des Erwerbs von Schlüsselqualifikationen wie Kommunikationsfähigkeit, Kooperationsbereitschaft oder Teamfähigkeit erweist sich die Kleingruppenarbeit als unverzichtbar und spielt im Zusammenhang mit dem sog. Team-Kleingruppen-Modell sogar die Schlüsselrolle (vgl. BUDDENSIEK 2008a, S.183f, GGG 1989 / RATZKI u.a 1996).

Der Wandel vom „Haus der bewegungsarmen Belehrung“ zum „Haus des bewegten Lernens“ beginnt in vielen Fällen mit dem Umräumen der vorhandenen Tische. Diese für den Frontalunterricht konzipierten Schulmöbel haben sich im Rahmen differenzierter arbeitswissenschaftlicher Analysen aus mehreren Gründen als pädagogisch dysfunktional erwiesen. Dies gilt insbesondere für die in der Schulpraxis üblichen 6er-Gruppenformationen (vgl. **Tab.1** sowie BUDDENSIEK 2008a, S. 187-193).

## Vergleichstest: Arbeitstische für Sechsergruppen

### Im Vergleich

- herkömmliche Schul-  
tische 50 x 130 cm
- Trapezstische  
80/80/80/160 cm



• Breite Einzelarbeitsplatz	> 80 cm >	gut	65 cm	ausreichend
• Ellenbogenfreiheit (30 cm von der Tischkante)	120 cm	gut	65 cm (+ x)	mangelhaft (ausreichend)
• Breite des Knieraums (25 cm unter dem Tisch)	52 cm	gut	50 - 55 cm	gut
• Breite des Fußraums (40 cm unter dem Tisch)	35 cm	ausreichend	50 - 55 cm	gut
• Einzelarbeitsfläche	0,28 m <sup>2</sup>	ausreichend	0,33 m <sup>2</sup>	befriedigend
• Sitzabstand zur Tischmitte (min-max)	70 cm	gut	50 - 90 cm	mangelhaft
• Blickwinkel zur Tischmitte (min-max)	0° - 0°	sehr gut	0° - 50°	mangelhaft
• Blickwinkel zu den Tisch- nachbarn (min-max)	60° - 60°	gut	0° - 90°	mangelhaft
• Kommunikationsdistanz (min-max)	2,4 - 2,9	sehr gut	2,0 - 4,5	mangelhaft
• symmetrische / asymmetrische Zweierbeziehungen	30 / 0	sehr gut	18 / 12	mangelhaft
• Gruppentische als Diagnose- und Therapieinstrument	hervorragend geeignet		vollkommen untauglich	
<b>Gesamturteil</b>	<b>gut</b>		<b>mangelhaft</b>	

Tab 1: Vergleichstest: Arbeitstische für Sechsergruppen

Der tabellarische Vergleich zwischen den beiden 6er-Gruppentischformationen lässt einerseits die Hauptdefizite der herkömmlichen Schultische erkennen und verdeutlicht andererseits die kommunikationsökologischen Vorteile, die eine sechseckige Gruppentischformation (bei hinreichender Tischgröße!) bietet. Ein zentrales Beurteilungskriterium für die Qualität von Gruppentischen sind die *Kommunikationsdistanzen*, die sich zwischen jeweils zwei Lernenden ergeben, wenn sie eine unverdrehte Arbeitshaltung an ihrem Arbeitsplatz einnehmen. Da die Kommunikationsqualität sowohl von der *Sitzentfernung* als auch von den *Blickwinkelbeziehungen* abhängt, fließen beide Faktoren in die Berechnung der K-Distanzen ein. (Zur genauen Berechnung der Kommunikationsdistanzen vgl. BUDDENSIEK 2008a, S.190.)

Die extrem unterschiedlichen K-Distanzen an der herkömmlichen Sechserformation (2,0 – 4,5) deuten daraufhin, dass es über kurz oder lang zu möblierungsbedingten Kommunikationsstörungen in der Gruppe kommen wird. Dabei liegt das größte Störpotential zwischen den Schülern C und E (bzw. B und F). Solange sich C auf A und B konzentriert, verliert er E vollkommen aus den Augen (K-Distanz 4,5). Schüler E hingegen hat Schüler C ständig vor Augen (K-Distanz 2,8), muss aber zugleich akzeptieren, dass er von C keine Beachtung findet. Sollte E zu den sozialen Außenseitern in der Klasse gehören, wird diese Rolle durch die dysfunktionale Möbelform verstärkt (vgl. a.a.O.S.191). Im Gegensatz dazu würde Schüler E in der *konzentrischen Sitzformation* der sechseckigen Gruppentische sozial integriert. Dazu tragen nicht zuletzt die günstigen Blickwinkelbeziehungen bei, die zu ausgeglichenen und relativ niedrigen Kommunikationsdistanzen führen (2,4-2,9). Der sechseckige Gruppentisch kann nicht nur *therapeutische Funktionen* bei der Integration sozialer Außenseiter übernehmen, sondern erfüllt auch eine *diagnostische Funktion*, indem er Lernstörungen anzeigt. Schüler, die sich innerlich aus der Gruppenarbeit zurückziehen, sind äußerlich an ihrer aus der Konzentrik zurückgezogenen Sitzposition zu erkennen.

Selbst im Vergleich zu runden Tischen hat sich der sechseckige Gruppentisch, der aus zwei rollbaren Trapezischen oder 6 Dreieckstischen gebildet wird, als idealer Arbeitsplatz für 4er-, 5er- und 6er Gruppen erwiesen. Beim Entwurf der fraktalen Lernräume hatte die sechseckige Tischformation eine weitere grundlegende Bedeutung: Sie gab den Anstoß für die Wiederholung hexagonaler Grundrissstrukturen in den unterschiedlichen Größendimensionen der Gruppenarbeitsnischen und des Klassenraums.

### 3. form follows function: Vom Gruppentisch zum Lernraum

Ausgehend von der Prämisse, dass die Kleingruppenarbeit von 4 bis 6 Lernenden in der Schule der Zukunft eine zentrale Rolle spielt, stellt sich die Frage, wie sich eine hinreichende Zahl sechseckiger Gruppentische möglichst günstig im Raum anordnen lässt. Darüber hinaus ist zu klären, welche weiteren Funktionen ein kommunikationsfördernder Lernraum erfüllen soll (**vgl. Tab.2**).

**Tabelle 2: Hauptfunktionen eines kommunikations- und gesundheitsfördernden Lernraums**

- Platz für einen konzentrischen Stuhlkreis, der sich in hinreichender Größe möglichst ohne Umräumen der Tische herstellen lässt,
- Platz für eine freie Mitte im Raum, auf der sich spontane Aktionen entfalten oder Meditations- und Bewegungsübungen stattfinden können,
- Platz für eine konzentrierte Gruppenarbeit, bei der die Kommunikationsdistanz innerhalb der einzelnen Arbeitsgruppen möglichst klein und zwischen den Gruppen möglichst groß ist,
- Platz für eine hinreichende Zahl von (rollbaren) Regalen, in denen alle benötigten Lernmaterialien unterzubringen sind,
- Platz für eine möglichst ungestörte Einzel- und Partnerarbeit (mit oder ohne PC)
- Platz für Phasen einer frontalen Präsentation mittels unterschiedlicher Medien (Tafel, Tageslichtprojektor, Beamer, Landkarte),
- Bewegungsfläche für einen möglichst reibungslosen und spontanen Wechsel der genannten Raumfunktionen,
- eine angemessene Arbeitszone für die Lehrkraft.

*Tabelle 2: Hauptfunktion eines kommunikations- und gesundheitsfördernden Lernraums*

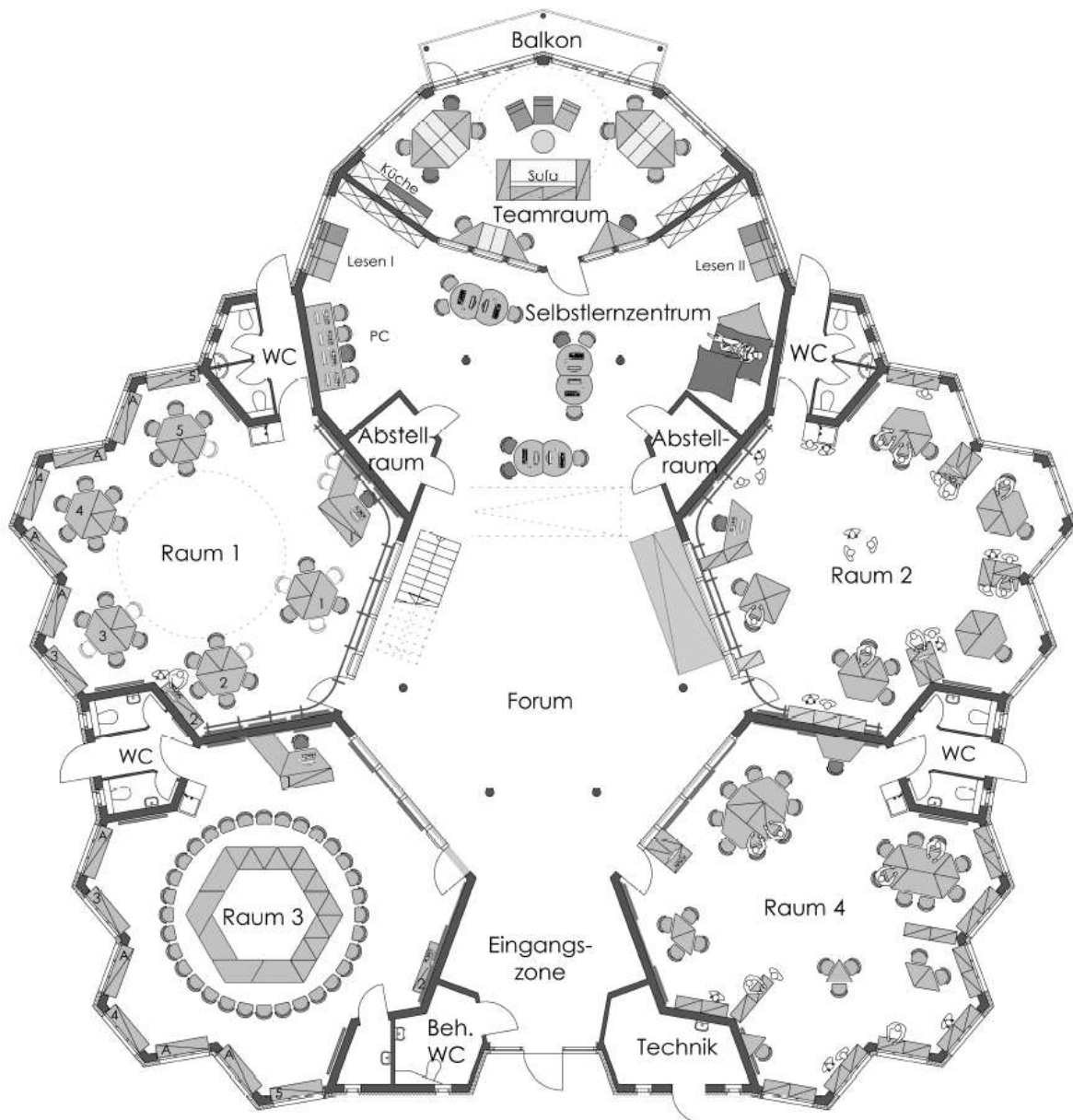
Angesichts bestehender Schulbaurichtlinien bzw. Musterraumprogramme bestand das Entwurfsziel für die Lernraumgestaltung darin, optimierte flexible Arbeitsbedingungen (für eine ganztägige Raumnutzung) mit bis zu 30 Lernenden auf möglichst nicht mehr als 75 – 85m<sup>2</sup> Grundfläche zu schaffen. **Abbildung 2** verdeutlicht, wie diese Ansprüche bei der fraktalen Lernraumgestaltung umgesetzt sind. Besonderer Wert wurde auf die Optimierung kommunikations- und konzentrationsfördernder räumlicher Rahmenbedingungen gelegt.

Die einzelnen Arbeitsgruppen sind so weit wie möglich *auseinander gerückt* und so zueinander positioniert, dass die kleinste Kommunikationsdistanz zwischen den Gruppen immer noch dreimal so groß ist, wie die größte Kommunikationsdistanz innerhalb der Gruppen.






Zum Vergleich: In konventionellen Klassenräumen mit herkömmlichen 6er Gruppentischen ist die kleinste K-Distanz zwischen den Gruppen oftmals nicht größer (und manchmal sogar kleiner!), als die größte K-Distanz innerhalb der Gruppen. Damit einher geht ein erhebliches *Störpotential* zwischen den Gruppen. Dieses wird im Fall der fraktalen Lernraumgestaltung durch die *maximierten K-Distanzen zwischen den Gruppen* auf ein Minimum reduziert. Durch die hexagonale Nischenbildung entsteht zudem eine hinreichende freie Raummitte, in der sich ein Stuhlkreis für ca. 30 Personen ohne Umräumen der Schultische unterbringen lässt. Es gibt keinen anderen Raumgrundriss, bei dem auf *gleicher Fläche* eine ähnliche Raumqualität zu erreichen ist.



## Fraktale Schule - "Raum im Raum" - Konzept für flexible Formen des individuellen und sozialen Lernens



### Grundausrüstung der fraktalen Lernräume:

-  9 rollbare Regal-/Schiebetürenschränke H:95 T:40 B:150-160 (alternativ 18 Regale/Schränke mit 80cm Breite)
-  7 Trapezische (flexi 120) 80/80/80/160 H:ca. 72, 2 Beine mit Rollen
-  15 Dreieckstische (flexi 60) 80/80/80 H:ca. 72, 1 Bein mit Rolle
-  6 beidseitig nutzbare, flexible Tafeln B:120 H:100
-  2 Flachheizkörper H:200 B:150 als Magnetwand

© Wilfried Buddensiek, Universität Paderborn, Fakultät für Kulturwissenschaften

Abb.2: Fraktale Schule – „Raum in Raum“ – Konzept

#### 4. Hexagonale Variation: Vom Lernraum zum fraktalen Baukomplex

Nachdem der Grundriss des Lernraums aus einer geometrischen Iteration der hexagonalen Tischformation entstanden ist, war es naheliegend, einen ähnlichen Iterationsschritt auf der Makroebene der Gebäudeplanung zu wiederholen. Aus funktionalen Gründen ergab sich dabei eine architektonische Variation, indem die hexagonale Eingangszone verkleinert und der hintere Bereich des Gebäudes zu einem annähernd runden Baukörper vergrößert wurde.

Das in **Abbildung 2** dargestellte Erweiterungsgebäude für einen Ganztagszug wurde an der Grundschule Landsbergerstraße realisiert und zum Schuljahresbeginn 2007/08 fertiggestellt. Es bietet:

- vier transparente *Lernreviere* (Klassenräume) mit halboffenen, abschirmbaren Gruppennischen in einem *flurlosen Gebäude*,
- einen *Marktplatz*, der zur Hälfte von einer Galerie umgeben ist,
- um 70 cm erhöht eine *Bühne* sowie eine Selbstlern- und Spielzone, die durch ein Personalrevier begrenzt wird,
- einen lichtdurchfluteten Personalarbeits- oder *Team-Raum*,
- ein „fraktales“ Schulgebäude, in dem selbstähnliche Strukturen in vier verschiedenen Größenskalen auftreten (Raum – im – Raum – Prinzip).

##### *Das Forum, die Bühne und das Selbstlernzentrum*

Nach dem Betreten des Gebäudes, dem Wechsel der Schuhe und der Ablage der Garderobe fallen die Weite und die lichtdurchflutete Höhe des zentralen Forums ins Auge. Seine Fläche ist nicht größer als die eines 2,5 m breiten Flures, der als Fluchtweg an vier hintereinander liegenden Klassenräumen vorbeiführt, aber von einer ganz anderen Qualität: Ein *Marktplatz* für spontane Kommunikation, ein Ausstellungsort mit Platz für rollbare Garderoben oder bisweilen auch ein Zuschauerraum mit Blick auf eine um 70 cm höher liegende Bühne. Eine Bühne, die in ein *offenes Selbstlernzentrum* übergeht mit Platz für Lesecken in Nähe der Fenster und einem flexibel nutzbaren PC-Bereich in den dunkleren Zonen.



*Abb.3: Blick von der Galerie ins Forum, auf die Bühne und in Richtung Teamraum*



*Abb.4: Blick von der Bühne (bzw. vom Teamraum) auf die Galerie, zum Eingang und zu den transparenten Lernräumen 3 und 4*

*Architekturentwurf: Sittig + Voges    Fotos: Vera Zahlten*

*Weitere Fotos und Hintergrundinformationen finden sich unter [www.fraktale-schule.de](http://www.fraktale-schule.de)*

### *Der Teamraum*

Ebenfalls im 70 cm erhöhten Bereich untergebracht ist der Raum für das multiprofessionelle Team aus Lehrern, Erziehern, Sozialpädagogen und anderen Mitarbeitern, die für das gesamte soziale und curriculare Geschehen in diesem Gebäude verantwortlich sind. Ein Teamraum mit Balkon, von dem aus weite Teile des Schulhofes einsehbar sind, zugleich aber auch ein Raum, von dem aus sich das Geschehen im Inneren des Gebäudes und im Eingangsbereich optimal überschauen lässt. Ein Raum mit viel Transparenz, aber auch mit Rückzugsnischen. Vor allem aber bietet der Teamraum Platz für die Einrichtung persönlicher Arbeitsplätze, für die Lagerung häufig genutzter Arbeitsmittel, für die Einzelarbeit mit und ohne PC wie auch für die gemeinsame Konferenz oder für informelle Gespräche bei Kaffee oder Tee.

### *Die Galerie*

Vom Teamraum bzw. Selbstlernzentrum führt ein Weg über die Bühne, eine Treppe hinauf zu einer etwa 2,5 m breiten halbrund gezogenen Galerie, von der aus das Geschehen im Forum, auf der Bühne und im Selbstlernbereich zu überblicken ist. Gleichzeitig ermöglicht die Galerie einen Ausblick nach draußen über die Gründächer der Lernräume hinweg auf das Schulgelände. Ähnlich wie das Forum bietet auch die Galerie einen Bereich, der bei wechselnden Nutzerinteressen unterschiedlich ausgestaltet werden kann.

### *Die Lernräume*

Vom Teamraum führt ein zweiter Weg über die Bühne, eine behindertengerechte Rampe hinunter, in das Forum und von dort in die Lernräume. Schon auf dem Weg dorthin lässt sich das Geschehen in den Räumen überblicken, weil die Wände zum Forum aus einer Holzrahmenkonstruktion bestehen, die ab ca. 1 Meter Höhe mit Glas ausgefacht ist. (Bei einer veränderten Nutzung des Gebäudes lässt sich die Konstruktion mit anderen Baustoffen ausfachen oder auch demontieren, ohne dass in die tragende Bausubstanz eingegriffen wird.)

Die einzelnen Lernräume bringen zwei Gliederungsebenen in die soziale Einheit der etwa hundert Lernenden. Etwa 25 – 30 Kinder teilen sich einen fraktalen Raum und etwa 5 – 6 Kinder einen sechseckigen Gruppenarbeitsplatz, der sich in einer Nische oder Zone im Raum befindet. Jeder Tischgruppe ist mindestens ein *rollbares Regal* zugeordnet, in dem sich die Büchertaschen unterbringen lassen und persönliche Ablagefächer in hinreichender Zahl und Größe vorhanden sind. Andere rollbare Regale nehmen die

Materialien für die Wochenplan- und Freiarbeit und für Lernwerkstätten auf. Weitere Regale bieten Platz für das Spiel- und Bastelmaterial, das in einer Ganztagschule benötigt wird. Die Regale lassen sich entweder an die Wände und in die Fensternischen schieben oder aber als niedrige Raumteiler einsetzen. Bei einer Höhe von ca. 95 cm, einer Tiefe von ca. 42 cm und einer Breite von ca. 160 cm bieten sie insbesondere für Dritt- und Viertklässler eine gute Steharbeitsfläche zum Schreiben sowie für die Arbeit am PC. Dies gilt insbesondere, wenn zwei Regale Rücken an Rücken in den Raum gerollt werden.

Damit größere und kleinere Kinder in einer Gruppe auf einer einheitlichen Fläche sowohl im Sitzen als auch im Stehen (!) zusammenarbeiten können, haben die Tische – nach schwedischem Vorbild – in allen Grundschulklassen eine für Erwachsene gängige Einheitshöhe von ca. 72 cm. Passend zu dieser Tischhöhe wurden Stühle mit einer Sitzhöhe von ca. 50 cm und höhenverstellbaren Fußrasten angeschafft (vgl. [www.kvartet.de](http://www.kvartet.de)). Weil manche Kinder lieber auf dem Fußboden als an Schultischen arbeiten und lernen, wurde im Neubau eine Fußbodenheizung installiert, die den Grundwärmebedarf abdeckt. Zwei schnell ansprechende zusätzliche Flachheizkörper lassen sich gleichzeitig als Magnetwände nutzen.

Die übrigen geschlossenen Wände sowie die Holz – Glas – Konstruktionen zum Forum sind in etwa zwei Meter Höhe mit einem dänischen Schienensystem ausgestattet, das nicht nur als Bildleiste, sondern auch als Gleitschiene für einhängbare und horizontal verschiebbare Tafeln dient (vgl. [www.flexiblesklassenzimmer.de](http://www.flexiblesklassenzimmer.de)). In jedem Lernraum stehen 5-6 Leichtbautafeln von ca. 120cm Breite und 100cm Höhe zur Verfügung. Nach kurzer Übung lassen sich diese von einer erwachsenen Lehrkraft oder von zwei Grundschulkindern abhängen oder auf eine zweite Schienenhöhe umhängen. Die Tafeln sind von einer Seite als Pinnwand und von der anderen Seite als magnetische Kreidetafel bzw. als white board nutzbar. Bei der Erstellung von Gruppenpräsentationen lassen sich die Tafeln auf die Arbeitstische legen oder auf den freien Bodenflächen nutzen. Werden rückseitig gestaltete Tafeln vor die Glaswand zum Forum gehängt, wirken sie nach außen wie ein Schaukasten und dienen zugleich der temporären Reduktion der großflächigen Transparenz.

## 5. Besonderheiten der „fraktalen“ Schularchitektur

Die dargestellte Neubauplanung weist eine pädagogisch und architektonisch gleichermaßen beachtenswerte Besonderheit auf. Ausgehend von der pädagogischen Funktion sowie der sechseckigen Form des Gruppentisches hat sich die Gebäudeform von *innen* nach *außen* durch einen iterativen Konstruktionsprozess schrittweise entwickelt. Dabei erscheint die hexagonale Ausgangsform des Gruppentisches auf verschiedenen Größenskalen: in der Gruppennische, im Klassenzimmer, im einzelnen, dezentralen Schulgebäude und – je nach Schulgröße – gegebenenfalls auch in den Baukörpern eines größeren Schulkomplexes. Der Iterationsprozess folgt einer einfachen Rückkoppelungsregel aus der fraktalen Geometrie. Diese *nicht lineare* Geometrie wurde von Mandelbrot als Geometrie der Natur beschrieben (vgl. MANDELBROT 1991). Sie lässt sich zugleich aber auch als Mathematik der Komplexität und der Selbstorganisation bezeichnen (vgl. CAPRA 1996, S. 134-180).

Viele Naturformen weisen „fraktale“ Muster auf. Dies bedeutet, dass das Ganze in jedem kleineren Teil enthalten ist, sodass schon das kleinste Teil das Muster des Ganzen repräsentiert. Einfache Ausgangsformen, die sich auf unterschiedlichen Größenskalen wiederholen und dabei an Komplexität gewinnen, gibt es beispielsweise beim Bronchial- und Adernsystem, aber auch bei allen Baumarten. Ein abgesägter Ast, senkrecht aufgestellt, ergibt das Bild eines (kleineren) ganzen Baumes. Das gleiche gilt für einen Nebenast, der vom Hauptast getrennt wird. Dieses Spiel lässt sich solange wiederholen, bis der kleinste Zweig wie ein junges Bäumchen erscheint. Vom Wiesenkerbel bis zum Blumenkohl reicht die Palette der Pflanzen, die sich beim Wachstum verzweigen und dabei ihre ursprüngliche Ausgangsform zu neuer Größe und Komplexität treiben. Das Geheimnis dieses natürlichen Wachstums wird von der fraktalen Geometrie begrifflich erfasst mit Rückkopplung, Iteration oder Wiederholung in unterschiedlichen Größendimensionen. Diese führt durch *Selbstorganisation* (!) - zu *selbstähnlichen* Formen. Die fraktale Schularchitektur hat zwar nichts mit der Form eines Blumenkohls oder eines Baumes zu tun. Aus der Natur übernimmt sie aber den iterativen Selbstorganisationsprozess der Formenbildung. Dieser Formgebungsprozess führt zu einem natur-, struktur- und sozialwissenschaftlich beachtenswerten Wechselspiel von Geist und Materie: Mittels *mathematischer* Selbstorganisationsprozesse lässt sich eine *räumlich-materielle* Struktur schaffen, innerhalb derer *geistige* Prozesse der *sozialen* Selbstorganisation zur besseren Entfaltung kommen.

Während in der herkömmlichen Schularchitektur traditionelles, lineares und hierarchisches Denken zum Ausdruck kommt, wird *nicht lineares, systemisches Denken* in der fraktalen Schularchitektur sichtbar. Systemischer Geist manifestiert sich in der technischen Materie, und die Materie des Raumes beeinflusst den sozialen Geist. Die Architektur kann damit *Synergiepotenziale* zwischen *Geist* und *Materie* erschließen. Sie unterstützt die *Kommunikation* und die *Kooperation* auf verschiedenen sozialen Systemebenen einer Schule: im Lehrerteam, in der Lerngruppe, im Gesprächskreis der Klasse sowie im Plenum größerer sozialer Einheiten. Kurzum: Die Architektur übernimmt eine *pädagogische Funktion* und vermag damit die Lehrkräfte bei ihrer anspruchsvollen und kräftezehrenden Arbeit zu entlasten. Bei alledem ist sie allerdings nicht mehr als ein Werkzeug, dessen Potential sich nur in den sensiblen Händen pädagogischer Profis voll entfalten kann. Die Grundvoraussetzung für die pädagogische Wirksamkeit der fraktalen Lernräume ist die *methodische Kompetenz* der Lehrenden, selbst gesteuertes und handlungsorientiertes Lernen in Einzel-, Partner- und Kleingruppenarbeit zu initiieren und zu gestalten.

Die fraktale Schularchitektur wirkt auf verschiedenen Ebenen *selbstbegrenzend* und trägt somit dazu bei, dass *humane Größendimensionen* im Schulbau nicht überschritten werden. In einem dezentralen, eingeschossigen Baukomplex lassen sich nicht mehr als vier Schulklassen, also etwa 100 bis 120 Menschen unterbringen. Innerhalb der einzelnen Klassen wird die Obergrenze der Schülerzahl durch die Zahl der Raumnischen und die Möblierung festgelegt. Fünf Gruppen mit jeweils fünf bis sechs Lernenden finden optimierte Arbeitsplätze vor. (Notfalls lässt sich noch ein sechster Gruppentisch unterbringen.) Die Gebäude- und Raumgrundrisse eignen sich nicht nur für schulische Bildungszwecke, sondern lassen sich bei wechselndem Bildungsbedarf auch als Kindergarten, Begegnungsstätte für Jugendliche, Freizeitzentrum oder Altentagesstätte nutzen und werden damit den wechselnden demographischen Bedingungen eines Stadtteils eher als konventionelle Schulgebäude gerecht.

Gegenüber der fraktalen Architektur halten sich zwei hartnäckige Vorurteile. Erstens seien die Baukosten signifikant höher als bei einer konventionellen Bauweise und zweitens führe die gefaltete Fassade zu einer erheblichen Vergrößerung der Außenwandflächen, die energietechnisch ungünstig sei. Mit den fraktalen Neubauten in Herford lässt sich zeigen, dass beide Vorurteile unzutreffend sind. Die Baukosten für die Grundschule Landsbergerstraße (Kostengruppe 300 und 400) liegen mit 1460,00€ pro m<sup>2</sup> Nutzfläche deutlich unter dem Durchschnittswert für allgemeinbildende Schulen, den das

Baukosteninformationszentrum deutscher Architektenkammern für das Jahr 2005 mit 1830,00€ pro m<sup>2</sup> angibt. Die Baukosten pro Kubikmeter umbauten Raum liegen aufgrund der kompakten Bauweise mit 320,00€ pro m<sup>3</sup> geringfügig über dem ermittelten Durchschnittswert von 308,00€ pro m<sup>3</sup>.

Der kompakte fraktale Bau weist weniger Außenwandfläche auf, als ein langgezogener rechtwinkliger Baukörper. Während es bei letzterem zu bestimmten Tageszeiten zu einer starken einseitigen Sonneneinstrahlung kommen kann, verteilt sich diese an einer fraktalen Fassade gleichmäßig über den ganzen Tag, so dass sich die einstrahlende Sonnenwärme gleichmäßig nutzen lässt und einer Überhitzung vorgebeugt wird. Im Rahmen von Schulbauten geht es aber nicht nur um technische Energieeinsparpotentiale. Entscheidend ist viel mehr, wie die Nutzer mit ihrer *physischen, psychischen* und *sozialen Energie* haushalten und diese möglichst ungestört für konstruktive Lernprozesse einsetzen können. Bei der *Einsparung von menschlicher Energie* zeigen sich die signifikanten Vorteile der fraktalen Schularchitektur.

## 6. Das Neubauprojekt als Vorbild für den Altbau-Umbau

Das fraktale Neubauprojekt, das eine Erweiterung eines vorhandenen Schulgebäudes darstellt, war schulintern keineswegs unumstritten. Schulleitung und Kollegium sorgten sich, dass die Diskrepanzen zwischen den Altbau- und Neubauklassen zu groß würden und es im Kollegium zu Konflikten um die Nutzung der Neubauräume käme. Ein ähnliches Problem sah der Leiter der Schulabteilung in Bezug auf alle Herforder Grundschulen, die aufgrund der vorhandenen Bausubstanz nicht mit Neubaumaßnahmen rechnen konnten. Aus dieser Situation entstand der Vorschlag für ein Konzept des Altbauumbaus, mit dem die Altbauklassen den qualitativen Standards des Neubauvorhabens angenähert werden konnten. In den Sommerferien des Jahres 2004 wurde zu diesem Zweck ein modellhafter Umbau von zunächst drei 64 m<sup>2</sup> großen Lernräumen durchgeführt. Dieser diente als Experimentierfeld für den Altbauumbau aller Herforder Grundschulen.

Die Grundidee ist einfach. Die Kinder im zukünftigen Ganztagszug bekommen einen um 50% erweiterten Lern- und Lebensraum, in dem sie nach Möglichkeit auch ihr Mittagessen einnehmen. Deshalb wurden drei nebeneinander liegende Klassenräume zu einer räumlichen und sozialen Einheit für zwei Klassen umgebaut. Dafür wurden die





beiden Zwischenwände zum mittleren Klassenraum auf einer Länge von ca. 5 Metern eingerissen und - ab einer Höhe von ca. einem Meter - durch eine transparente Glaswand mit (Schiebe-) Tür ersetzt. Eine Transparenz zum Flur wurde in diesem Fall durch Glasausschnitte hergestellt, die sich in die vorhandenen Türen einpassen ließen (vgl. [www.fraktale-schule.de](http://www.fraktale-schule.de)).

Die beiden außen liegenden Räume werden weiterhin als Klassenzimmer genutzt, während der mittlere Raum beiden Klassen als Multifunktionsraum dient. Kuschel- und Lesecken, Medien- und Bastelecke, Aquarium und Küchezeile oder auch Regale für Spiele und Freiarbeitsmaterialien, die die Bewegungsfläche im Klassenzimmer verringern, können in den Multifunktionsraum ausgelagert werden. Nach kollegialer Absprache sind vielfältige Nutzungsvarianten der drei Lernräume denkbar.

Auch wenn sich pädagogische Nebenfunktionen in einem benachbarten, gut einsehbaren Raum auslagern lassen, bleibt es in herkömmlichen Klassenzimmern verhältnismäßig eng und unbeweglich. Daran können Trapezische, die zu sechseckigen Gruppentischen zusammengestellt werden, nur bei günstigen Raumgrundrissen etwas ändern. Beim Herforder Altbauumbau konnte mittels eines neuen Möblierungskonzeptes Abhilfe geschaffen werden. Kernelemente sind flexible Dreieckstische, aus denen sich quadratische Arbeitsplätze für Vierergruppen bilden lassen (vgl. [www.kvartet.de](http://www.kvartet.de)). Jeder der z.Z. sechs Gruppen steht ein rollbares Regal zur Verfügung, in dem sich neben Büchertaschen und Eigentumsfächern diverse Lern- und Freiarbeitsmaterialien unterbringen lassen. Die Regale lassen sich bei Bedarf zu Steharbeitsinseln zusammenschieben oder als Raumteiler nutzen und erfüllen damit die gleichen Funktionen wie im fraktalen Neubau.

Die räumlichen und pädagogischen Gestaltungspotentiale, die sich durch flexible Dreieckstische im Verbund mit einem flexiblen Tafelsystem ergeben, werden ausführlich und anhand farbiger Folien dargestellt in dem Arbeitsheft: *Lernräume – analysieren und gestalten* (vgl. BUDDENSIEK 2006). In **Abb. 3** werden zwei dieser Folien in verkleinerter Form wiedergegeben. Im Vergleich der beiden Schulgrundrisse wird deutlich, wie sich selbst ein hundertjähriges Schulgebäude mit engen Räumen und dunklen Fluren durch behutsame Baumaßnahmen und eine neue Möblierung umgestalten lässt.

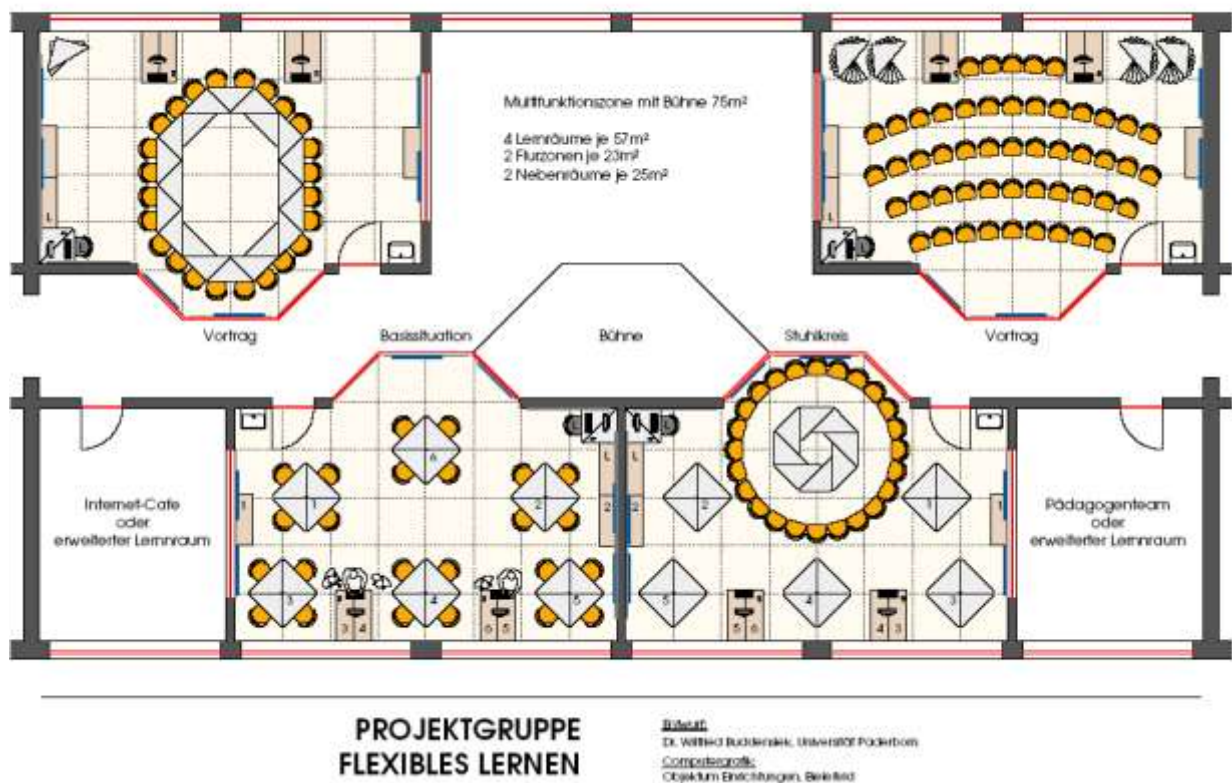
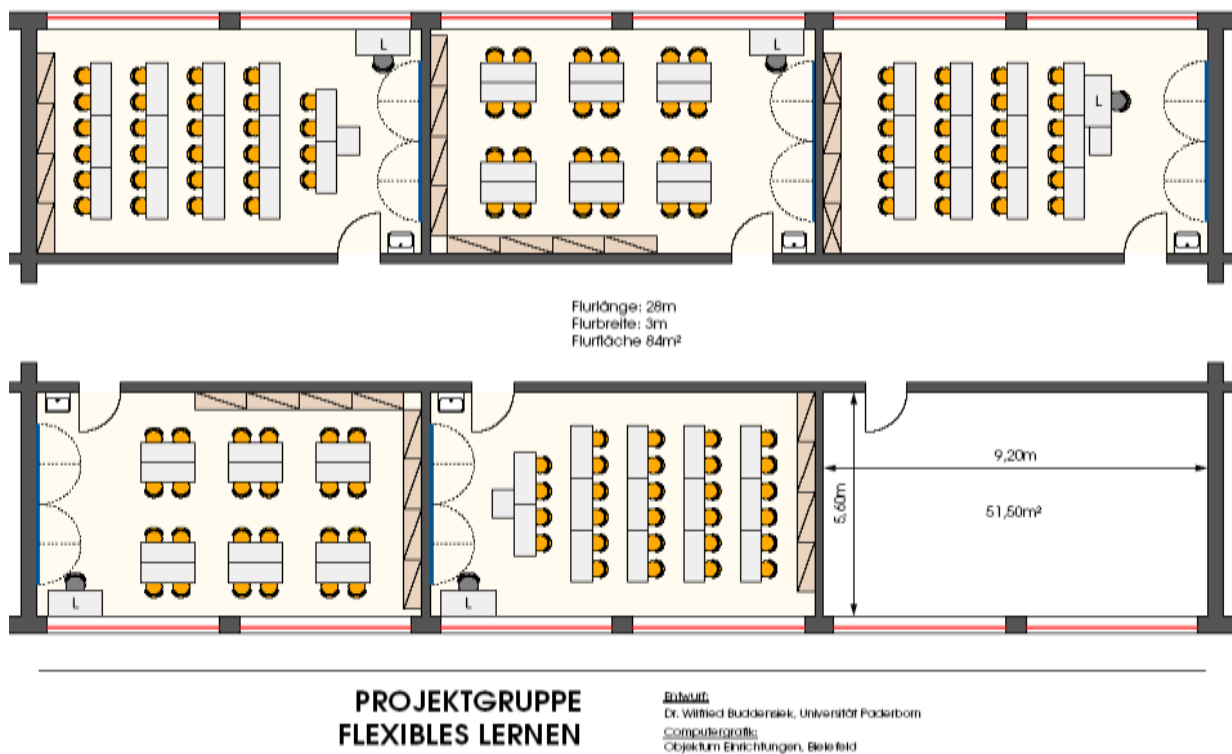


Abbildung 3: Von der Enge geschlossener Klassenräume ... zu einer ausgeweiteten Lernlandschaft



Aus einer geschlossenen und dunklen Flur-Schule lässt sich ein offenes und helles Revier für eine soziale Arbeitseinheit gestalten. Im Zentrum entsteht durch den Abriss einer (tragenden) Wand ein lichtdurchfluteter Mehrzweckbereich mit einer erhöhten Bühne, in die zwei – aus statischen Gründen erforderliche – Stützen integriert sind. Nicht nur über die offene Multifunktionszone, sondern auch über die ca. vier Meter breiten verglasten Erker der Lernräume sowie durch die Glasausschnitte in den Türen gelangt viel Tageslicht auf den ehemals innen liegenden Flur. Dessen Linearität wird durch die Erker und die Bühne aufgelöst. Zugleich kann der Flur seine Fluchtweg-Funktion verlieren, wenn die Brandschützer nicht länger von vier geschlossenen Schulklassen, sondern von einer transparenten Arbeitseinheit ausgehen. (In diesem Fall beginnt der Fluchtweg erst an den beiden Enden des Flures.) Mit dieser Form des Umbaus lassen sich selbst alte Lehranstalten in offene Häuser des Lernens verwandeln, wenn die Möglichkeit besteht, zwei von sechs Klassenräumen für eine veränderte Nutzung aufzugeben.

## 7. Literaturverzeichnis:

- BILDUNGSKOMMISSION NRW (1995): Zukunft der Bildung – Schule der Zukunft. Denkschrift der Kommission „Zukunft der Bildung – Schule der Zukunft“ beim Ministerpräsidenten des Landes Nordrhein-Westfalen. Neuwied, Kriftel, Berlin: Hermann Luchterhand Verlag.
- BRÄGGER, G. / POSSE, N. (2007): Instrumente für die Qualitätsentwicklung und Evaluation in Schulen. Band 1: Schritte zur guten Schule. Band 2: Vierzig Qualitätsbereiche mit Umsetzungsideen. Bern: hep verlag.
- BRÄGGER, G. / POSSE, N. / ISRAEL, G. (Hrsg.) (2008): Bildung und Gesundheit. Argumente für eine gute und gesunde Schule. Bern: hep verlag.
- BÖHME, J. (Hrsg) (2009): Schularchitektur im interdisziplinären Dialog. Territorialisierungskrisen und Gestaltungsperspektiven des schulischen Bildungsraums. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften
- BUDDENSIEK, W. (2001): Zukunftsfähiges Leben in Häusern des Lernens. Göttingen: Verlag Die Werkstatt.
- BUDDENSIEK, W. (2006): Lernräume analysieren und gestalten. Stuttgart: Deutscher Sparkassenverlag.
- BUDDENSIEK, W. (2008a): Lernräume als gesundheits- und kommunikationsfördernde Lebensräume gestalten. Auf dem Weg zu einer neuen Lernkultur. In: BRÄGGER / POSSE / ISRAEL (2008), S. 177 – 204.

- BUDDENSIEK, W. (2008b): Werkstattbericht: Das Herforder Modell für den Ausbau guter und gesunder (Ganztags-)Schulen. In: BRÄGGER / POSSE / ISRAEL (2008), S. 507 – 544.
- BUDDENSIEK, W. (2009): Fraktale Schularchitektur. In: BÖHME 2009 (im Druck).
- CAPRA, F. (1996): Lebensnetz. Ein neues Verständnis der lebendigen Welt. Bern, München, Wien: Scherz Verlag.
- DREIER, A. u.a. (1999): Grundschulen planen, bauen, neu gestalten. Empfehlungen für kindgerechte Lernumwelten. Frankfurt a.M.: Grundschulverband - Arbeitskreis Grundschule.
- GGG – GEMEINNÜTZIGE GESELLSCHAFT GESAMTSCHULE (Hrsg.) (1989): Das Team-Kleingruppen-Modell. 4.Auflage. Aurich: Eigenverlag.
- JELICH, F.-J. / KEMNITZ, H. (Hrsg.) (2003): Die pädagogische Gestaltung des Raums. Geschichte und Modernität. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- LERNENDE SCHULE, Heft 20/2002. Themenheft „Lern(t)räume“, hrsg. von R.Giermes und D.Lindau-Bank.
- MANDELBROT, B.B. (1991): Die fraktale Geometrie der Natur. Basel: Birkhäuser.
- RATZKI, A. u.a. (1996): Team-Kleingruppen-Modell Köln-Holweide. Theorie und Praxis. Reihe: Studien zur Bildungsreform Band 28. Hrsg: W. Keim. Frankfurt a.M.: P.Lang.
- TÖRNQUIST, A. (2005): Skolhus för tonåringar. Rumsliga aspekter på skolans organisation och arbetssätt. Stockholm: ARKUS.
- WATSCHINGER, J. / KÜHEBACHER, J. (Hrsg.) (2007): Schularchitektur und neue Lernkultur. Neues Lernen – Neue Räume. Bern: hep verlag.

## 8. Anhang: Power-Point-Präsentation der fraktalen Schule



### FRAKTALE SCHULEN IN HERFORD

---

Grundschule Stiftberg und  
Grundschule Landsberger Straße

## Grundschule Landsberger Straße

---



## Grundschule Stiftberg

---



## Klassensituation



## Klassensituation





## Lernsituationen – Stuhlkreis -

---



## Lernsituationen – Stuhlkreis -

---



## Lernsituationen – Einzelarbeit –

---



## Lernsituationen – Partnerarbeit –

---



## Lernsituationen – Gruppenarbeit auf dem Boden –

---



## Lernsituationen – Gruppenarbeit am Tisch –

---





## Lernsituationen – Gruppenarbeit am Tisch –

---



## Lernsituationen – Gruppenarbeit am Tisch –

---



## Lernsituationen – Gruppenarbeit am Rollregal –

---



## Lernsituationen – Einzelarbeit am Rollregal –

---



## Präsentationswände



## Arbeitsplätze außerhalb des Klassenraums



## Forum

---



## Forum

---





## Forum

---



## Forum

---





## Pause / Schulhof

---



## Pause / Schulhof

---



## Teamraum

---



## Teamraum

---



## Lehrerarbeitsplatz



## Sonstiges





## Sonstiges

---

