Feste Grundlagen

Ein System von erdbeben- und wirbelsturmsicheren Schulen für Haiti

Text: Sabine Rosenthaler, Bilder: DEZA Haiti Beim grossen Erdbeben in Haiti wurden im betroffenen Gebiet 80 Prozent der Schulhäuser zerstört oder beschädigt. Die Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit DEZA des Bundes entwickelte mit Architekten und Ingenieuren ein Modul, das sich an die sehr unterschiedlichen Verhältnisse im Land anpassen lässt.

[1] www.deza.admin.ch/de/Home/Laender/Lateinamerika_und_Karibik/Haiti
[2] www.cooperation-suisse.admin.ch/haiti/

Am 12. Januar 2010 wurde Haiti vom verheerendsten Erdbeben in seiner Geschichte heimgesucht. Verwüstung, Zerstörung und unvorstellbares Leid trafen das ärmste Land der westlichen Hemisphäre völlig unvorbereitet. Die Hauptstadt Port-au-Prince, das wirtschaftliche und politische Zentrum des Landes, wurde am härtesten getroffen. Die Zerstörungen beeinträchtigten die ohnehin schon schwachen staatlichen Institutionen noch zusätzlich. Mehr als zwei Jahre nach dem Erdbeben sind die Trümmer in Port-au-Prince und den anderen vom Erdbeben betroffenen Regionen mehrheitlich weggeräumt. Ungeklärte Eigentums- und Besitzverhältnisse, mangelnde Infrastruktur, teilweise fehlende Normen und Risikopläne verlangsamen jedoch den privaten und öffentlichen Wiederaufbau.

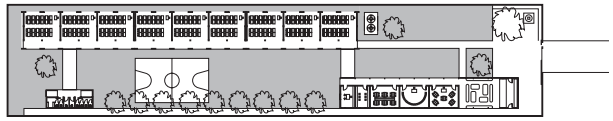
Durch das Erdbeben sind rund 1300 Schulhäuser eingestürzt – das entspricht 80 Prozent der Schulinfrastruktur im betroffenen Gebiet. Auf dramatische Weise wies die Katastrophe auf die schwache Bauqualität und fehlenden Standards im Schulbausektor hin. Die humanitäre Hilfe der Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit DEZA konzentriert sich deshalb auf den Aufbau katastrophensicherer Schulen, unter besonderer Berücksichtigung des lokalen Kontexts. Sie ist seit 2005 in Haiti aktiv[1] und realisiert verschiedene Projekte in Eigenregie oder durch Partnerschaften mit Nichtregierungsorganisationen. Seit 2009 – also schon vor dem Erdbeben – ist sie unter anderem in enger Zusammenarbeit mit dem Ministère d'Éducation Nationale et de Formation Professionnelle im Schulhausbau tätig.[2]

Nach Angaben des Bildungsministeriums haben 38 200 Schüler und 1350 Lehrer durch das Erdbeben ihr Leben verloren. Die Kosten für den Wiederaufbau der zerstörten Schulen und die Reparatur der Gebäude, die beschädigt wurden – entsprechend den Normen der Erdbeben- und Wirbelsturmsicherheit – wird auf rund eine Milliarde US-Dollar geschätzt, wovon allein 600 Millionen für den Wiederaufbau anfallen.

Aufbau von Kompetenzen

Die verheerenden Schäden des Erdbebens haben die DEZA in Zusammenarbeit mit dem Ministerium dazu bewogen, den Schulhausbau in Haiti grundsätzlich zu überdenken. Dabei geht es nicht nur um Reparaturen an beschädigten Schulen, sondern auch um ein umfassendes Konzept, das klar definiert, welche Art Schulen, an welchen Standorten, wie gebaut werden sollen. In der Folge wurde ein Schulhausmodell entwickelt, das die nach dem Erdbeben aufgestellten architektonischen und strukturellen Normen erfüllt und gleichzeitig die wirtschaftlichen und technologischen Möglichkeiten Haitis berücksichtigt.

Die ersten von der DEZA erarbeiteten Grundlagen trugen wesentlich zu wichtigen allgemeinen Überlegungen über die normativen Aspekte des Schulhaus-



Die École Nationale de Dessources befindet sich in Léogane, 30 Kilometer westlich von Port au Prince. Zurzeit sind dort 220 Schüler registriert. Vor dem Erdbeben vom 12. Januar 2012 hatte das Schulhaus drei Klassenzimmer, die vollständig zerstört wurden. Der Neubau aus Stahbeton besteht aus neun Klassenzimmern und zwei Zimmern für den Kindergarten. Bis zur Fertigstellung der neuen Schule Ende September 2012 wurden die nach dem Erdbeben landesweit gebauten provisorischen Gebäude (Zementboden, Metallstruktur mit Sperrholz beplankt, Blechdach) genutzt. In Zukunft werden eingeschossige Bauten nur noch in Eingefasstem Mauerwerk geplant.

baus bei. Mit ihrem gesamtheitlichen Denkansatz erlangte die DEZA eine hohe Glaubwürdigkeit in Bezug auf technische Kompetenzen bei verschiedenen Geldgebern und Akteuren im Bildungsbereich wie der Unicef, der Inter-American Development Bank und der Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo AECID. Basierend auf ersten Erfolgen einigten sich die DEZA und das Bildungsministerium auf ein eigenes Konzept zur Unterstützung für den Wiederaufbau von Schulen, das Programme d'Appui à la Reconstruction des Infrastructures Scolaires (PARIS), mit einem Budget von etwa 2,5 Millionen US-Dollar pro Jahr.

Im Vergleich zu anderen Naturkatastrophen wie etwa dem Erdbeben in Pakistan 2005 – wo die Schulen, die die DEZA baute, mit Unterstützung der Universität in Islamabad entwickelt wurden – besteht in Haiti ein sehr grosser Nachholbedarf an technischem Know-how. Aus diesem Grund führt die DEZA neben dem Programm zur Unterstützung für den Wiederaufbau von Schulen ein Kompetenzzentrum für Wiederaufbau. Dieses engagiert sich im Bereich der Berufsbildung, fördert zum Beispiel die Spezialisierung von Maurern auf erdbebensicheres Bauen, produziert Informationsmaterial für die Öffentlichkeit über Verbesserungsmassnahmen der Bautechnik und bietet Expertisen von Bauingenieuren im Bereich von erdbeben- und hurrikansicherem Bauen an. Seit Juni 2010 besteht eine enge Zusammenarbeit mit dem Ingenieurunternehmen Basler & Hofmann, das der DEZA bereits den dritten Bauingenieur in Folge zur Verfügung stellt. Die Ingenieure verfügen über Spezialwissen im erdbebensicheren Bauen. Ihre Präsenz vor Ort ermöglicht von Beginn der Konzipierung an, über die Berechnungen und Dimensionierungen der Schulhaustypen bis zur Realisierung, einen sehr engen Austausch zwischen Architekten und Ingenieuren.

In der Folge wurde der DEZA im Oktober 2010 als erster Organisation nach dem Erdbeben die Baubewilligung für zwei permanente Schulhäuser erteilt. Die beiden Schulen in Léogane und Petit-Goâve im West Departement des Landes sind seit Januar 2011 im Bau und zum Schulbeginn im Oktober 2012 bezugsbereit. Sie bilden eine Basis für die Weiterentwicklung von Schulhaustypen. Seit November 2011 wird intensiv am Ziel gearbeitet, im ganzen Land nach einheitlichen Plangrundlagen bauen zu können. Das Bildungsministerium meldete zudem klar einen Bedarf von drei verschiedenen Schulhaustypen. Die Typen unterscheiden sich lediglich in ihrer Konstruktionsweise, die den örtlichen Gegebenheiten wie Terrain und Zugänglichkeit angepasst sind. Das Raumprogramm hingegen, basierend auf einem modularen System, und das architektonische Konzept bleiben bei jedem Typ gleich. Die Ausarbeitung eines technischen Referenzdokuments vereinfacht den Schulhausbau und verkürzt die einzelnen kostspieligen Phasen.

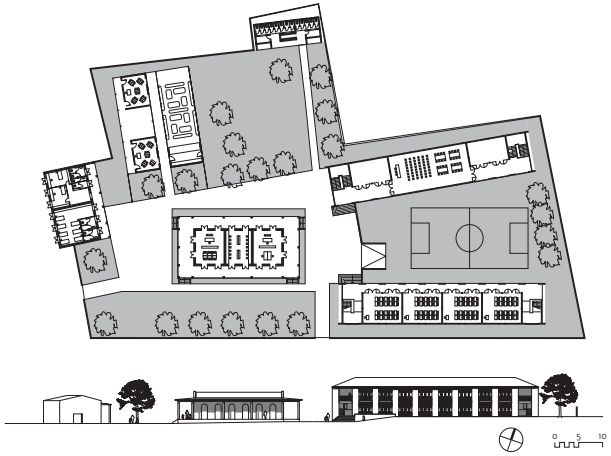
Alle drei Typen müssen allgemeine Kriterien erfüllen, darunter insbesondere die Sicherheit und die Machbarkeit mit lokal verfügbaren, kulturell akzeptierten Materialien. Die neuen Gebäude müssen in Zukunft auch als Schutzbauten nach Erdbeben und Hurrikanen dienen. Ein Schultyp besteht aus den eigentlichen Schulhäusern mit separaten Gebäuden für Sanitäranlagen und einer Schulkantine. So kann zum Beispiel das Raumprogramm einer Primarschule mit neun Klassenzimmern und zwei Kindergartenzimmern mit Modulen von 50 Quadratmetern organisiert werden. Die Module sind jeweils weiter unterteilbar oder können zusammengefasst werden, um den jeweiligen Raumbedarf abzudecken.

Der architektonische Ausdruck wird stark von der primären Tragstruktur respektive deren Material und Bauweise geprägt: Stahlbeton, so genanntes «Eingefasstes Mauerwerk» – mit Stahlbetonteilen eingefasstes Mauerwerk – und andere lokal erhältliche Materialien charakterisieren die einzelnen Typen.

Drei Bautypen

Der erste Schulhaustyp aus Stahlbeton erfüllt die Bedürfnisse und Machbarkeit in einem urbanen und periurbanen Kontext: Massgebend sind dort enge Platzverhältnisse, es ist deshalb von Vorteil, zweigeschossig zu bauen. Die Anforderungen an den Unternehmer sind erhöht, erforderlich ist eine ausgewiesene Ausführungserfahrung im Stahlbetonbau und auch die dafür benötigten Maschinen und Werkzeuge wie etwa ein Betonmischer. In Haiti gibt es nur wenige Unternehmer, die einen solchen Bau realisieren können. Das Grundmodell ist eine zweigeschossige Stahlbetonkonstruktion von rund 25 m Länge, 10 m Breite und 6.5 m Höhe ohne Unterkellerung. Sich wiederholende Wandscheiben fördern die Automatisierung der Arbeitsprozesse. Es wurde absichtlich nur ein Baumaterial für die ganze Tragstruktur inklusive Dach gewählt, um die Schnittstellen und Missverständnisse zwischen verschiedenen Unternehmern zu minimieren. Entgegen den in Haiti öfters anzutreffenden Rahmentragwerken mit Mauerwerksausfachungen wurde ein System aus duktilen Schubwänden nach aktuellstem Stand der Technik entwickelt. Die Öffnungen zwischen den Stahlbetonscheiben werden in der Längsrichtung mit luft- und lichtdurchlässigen Türelementen aus Metall gefüllt, in der Querrichtung mit Möbeln, die auf der einen Seite als Wandtafel und auf der anderen Seite als Regal dienen. Durch die nach innen versetzte Tragstruktur entstehen auf beiden Längsseiten Erschliessungszonen, die an den Stirnseiten auf einläufige Treppen stossen.

Für erschlossene Bauplätze in einem eher ländlichen Kontext, der gut erreichbar ist und in dem es ausreichend Platz zum Bauen gibt, eignen sich eingeschossige Gebäude mit zwei bis drei Klassenzimmern. Das Tragwerk besteht aus sich wiederholenden, unabhängig



Die École Nationale Sacré-Cœur ist eine von fünf öffentlichen Schulen der Gemeinde Petit-Goâve, 68 Kilometer westlich von Port-au-Prince, und die einzige direkt im Stadzentrum. Die Schule, die heute tausend Schüler zählt, wird in Zukunft als École Fondamentale d'Application – Centre d'Appui Pédagogique eine noch wichtigere Zentrumsfunktion ausüben, da sie als Referenzschule für ein Netz von kleineren Schulen der Gegend zuständig ist. Die beiden zweigeschossigen Neubauten ergänzen das Ensemble von bestehenden Bauten, die zu Beginn des 20. Jahrhunderts erstellt worden waren. Die Räume der breit aufgestellten Schule wurden auf alle Gebäude auf dem Gelände verteilt.

voneinander tragenden I-förmigen Strukturen aus Eingefasstem Mauerwerk (confined masonry) und einer leichten Dachkonstruktion aus Nagelbindern mit Wellblecheindeckung. Beim Eingefassten Mauerwerk werden erst die Mauerwerksscheiben erstellt – in Haiti aus Betonsteinen und Mörtel – und anschliessend mit vertikalen und horizontalen Stahlbetonelementen eingefasst. Die Baumethode ist in Haiti weit verbreitet, wird jedoch oft falsch interpretiert und in ungenügender Qualität ausgeführt. Da kein spezifisches Werkzeug benötigt wird, können die Schulhäuser von kleineren und mittleren Unternehmen gebaut werden. Die Einfassung des Mauerwerks mit schlanken Stahlbetonelementen führt zu einem widerstandsfähigen und dynamischen Verhalten der Wände im Erdbebenfall. Ein Stahlbetonriegel überbrückt die Türöffnungen. In Längsrichtung werden die strukturellen Öffnungen wie schon beim zweigeschossigen Typ mit luft- und lichtdurchlässigen Türelementen ausgefüllt. Die Dachkonstruktion besteht aus Fachwerkbindern, die in Gebäudequerrichtung spannen. Im Bereich der Trennwände werden die Pfetten direkt auf die Giebelwände aufgelagert. Die Binder sind mit Schrauben gegen Abheben bei Wirbelstürmen gesichert, die im Betonriegel vergossen werden.

In ländlichen Gegenden, die unter Umständen nur zu Fuss oder mit einem Esel als Lasttier erreicht werden können, ist der Materialtransport erheblich erschwert und auch die professionelle Bauleitung praktisch nicht möglich. Erfahrungen mit Eingefasstem Mauerwerk auf dem Land zeigen unbefriedigende Resulate. Hier muss noch viel Basisarbeit geleistet werden. Zurzeit arbeitet die DEZA an einer Studie über vernakuläres Bauen und dessen Interpretation in Haiti als Grundlage zur Erarbeitung dieses Typs.

Die Entwicklung der verschiedenen Schulhaustypen und vor allem die konkrete Realisierung vor Ort bleiben angesichts der Umstände Haitis nach dem Erdbeben ein permanenter Lernprozess. Theoretische Überlegungen müssen sich ständig an der Praxis messen und allenfalls angepasst werden. Die DEZA plant deshalb, die nächsten drei bis vier Jahre in Haiti zu bleiben und den Aufbau der Schulen eng zu begleiten.

3 Das Schweizerische Korps für humanitäre Hilfe (www.skh.ch) verfügt über eine langjährige Erfahrung im Wiederaufbau in unterschiedlichen Kontexten weltweit. Architekten und Bauingenieure machen – neben anderen Berufsgruppen – einen wichtigen Bestandteil der Korpsmitglieder aus.

Sabine Rosenthaler, geboren 1974, studierte Architektur an der ETH Zürich. Sie ist seit 2004 in der internationalen Zusammenarbeit tätig, u. a. 2005–07 beim Wiederaufbau nach dem Tsunami in Sri Lanka und 2009–10 beim Wiederaufbau in Liberia. Seit August 2010 arbeitet sie in Haitis Hauptstadt Port-au-Prince als Assistenzkoordinatorin für die DEZA. Sie ist seit 2008 Mitglied des Schweizerischen Korps für humanitäre Hilfe SKH. Das Korps sucht laufend nach neuen Mitgliedern.[3]

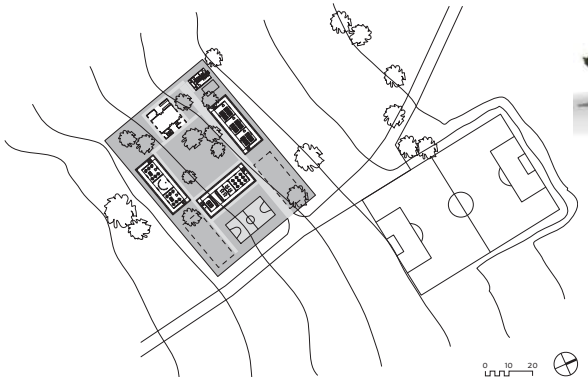
Programm PARIS: Christian Ubertini (Programmverantwortlicher); Mitarbeit: Roselyn Mompoint, Alexandre Wagnières, Francois Poffet (Projektleiter Realisierung), Peter Bommeli (Bauleitung), Stanley Daniel (Bauleitung)
Kompetenzentrum CCR (Mitarbeiter Schulhausbau): Bauingenieure Basler & Hofmann, René Zemp (Konzipierung), Jan Reifler (Ausführung der ersten Schulen und Überarbeitung), Sebastian Villiger (Überarbeitung der ersten Schulen und Ausführungsplanung Prototypen) sowie Guillaume Roux-Fouillet, Architekt (Erarbeitung Prototyp C)

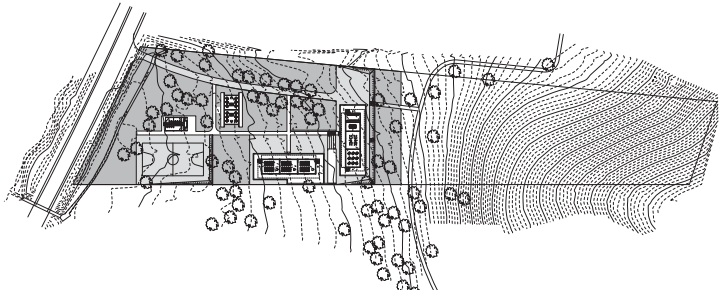
résumé **Une base solide** Un système d'écoles résistantes aux tremblements de terre et aux cyclones pour Haïti

Environ 1300 bâtiments scolaires se sont effondrés le 12 janvier 2010 à Haïti lors du tremblement de terre le plus terrible de son histoire – ce qui équivaut à 80 pourcent de l'infrastructure de la région touchée autour de la capitale Port-au-Prince. Ces énormes dommages ont décidé la Direction du développement et de la coopération DDC à repenser fondamentalement la construction des bâtiments scolaires en collaboration avec les autorités haïtiennes. Deux écoles à Léogane et Petit-Goâve, dans le département occidental du pays, sont en construction depuis 2011 et en fonction depuis la reprise scolaire d'octobre 2012. Elles forment une base pour le développement futur de types de bâtiments scolaires. Depuis novembre 2011, on travaille intensément à l'objectif de pouvoir construire dans tout le pays selon une base de plan unifié. Les trois types d'école prévus doivent remplir des critères généraux, dans lesquels on compte notamment la sécurité et la faisabilité avec des matériaux disponibles sur place et acceptés culturellement. Ils se distinguent principalement par leur structure porteuse primaire, respectivement leur matériau et leur mode de construction: du béton armé, de la «maçonnerie confinée» et d'autres matériaux disponibles localement.

summary **Solid Basis** A system of earthquake- and hurricane-proof schools for Haiti

As a result of the most devastating earthquake in its history on January 12, 2010 around 1300 school buildings in Haiti collapsed. This figure represents about 80 per cent of the school infrastructure in the area most badly hit around the capital Port au Prince. The appalling damage caused by the earthquake led the Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC), in collaboration with the Haitian authorities, to rethink the construction of schools on the island. The erection of two school buildings in Léogane and Petit-Goâve in the West Departement of the country was started in January 2011 and they are ready for use at the start of the school term in October 2012. They form a basis for the further development of school building types. Since November 2011 intensive efforts have been concentrated on the goal of achieving uniform planning standards that can be used for construction throughout the country. The three types decided upon must meet a number of general criteria, including, in particular, safety and the possibility to build them using locally available and culturally accepted materials. They differ mainly in terms of the primary load-bearing structure, its materials and the way in which it is built: reinforced concrete, what is known as "confined masonry", and other, locally available materials. ■





Das Projekt der beiden Hauptgebäude der Schule Berquin in Miragoâne basiert auf der überarbeiteten Version der Bauten in Léogane und Petit Goâve. Der Kindergarten ist in eingefasstem Mauerwerk geplant. Die standardisierten Pläne mussten für die konkrete Situation einzig mit den auf die Bodenbeschaffenheit und das Terrain angepassten Fundamenten ergänzt werden.