



Ökologische Erdbaustein-Technologie in Äthiopien

Einführung

Der Verein **Grüner Fisch** fördert Aktivitäten zum Klimaschutz im Inland und unterstützt Projekte in Drittwelt Ländern. Das Hauptziel liegt darin, die natürlichen Ressourcen nachhaltig zu nutzen und gerecht zu verteilen. Im Bereich Ausland arbeitet der Grüne Fisch unter anderem mit der Organisation **SELAM** zusammen.

Im Folgenden präsentiert der Grüne Fisch in Zusammenarbeit mit SELAM ein Projekt, das einen Beitrag zum Klimaschutz leistet. Es geht um die ökologische **Produktion von Erdbausteinen** zum Bau von Gebäuden. Die Mittel aus der Schweiz werden einerseits zweckgebunden als **Förderbeiträge für Erdbausteine** und andererseits für weitere Projekte im Bereich Sensibilisierung, Ausbildung und Energieeffizienz eingesetzt. Auch zur Finanzierung von Stipendien und Kurse werden sie verwendet. Vom Projekt „Erdbausteine“ profitieren am Anfang einige hundert, danach einige tausend Menschen jährlich.

Trägerschaft

SELAM ist eine Hilfsorganisation, die mehrere Waisenhäuser, Schulen und Ausbildungsstätten in Äthiopien aufgebaut hat und betreut. Rechtlich ist SELAM (Englisch: „Selam Charity Switzerland“) ein Verein mit Sitz in Pfungen, Schweiz, im Sinne von Art. 60 ff. des Schweizerischen Zivil Gesetzbuches, ZGB. Der Vereinsvorstand in der Schweiz besteht aus 8 Mitgliedern, die alle **ehrenamtlich** arbeiten. Zusätzlich gibt es eine Geschäftsstelle, welche 140 Stellenprozente aufweist, die **entlohnt** werden. In Äthiopien besteht der Vorstand aus 7 ehrenamtlichen einheimischen Personen. Arbeiter sowie die Geschäftsleitung dort werden entlohnt.

Entstehungsgeschichte SELAM

SELAM hat **1986** begonnen als Waisenheim mit 28 Kindern. Den Entschluss, ein Kinderheim zu gründen, fasste **Zahai Röschli**. Sie war selber ein Waisenkind, das von David und Marie-Luise Röschli mit 5 weiteren Geschwistern Anfangs 70er Jahre adoptiert wurde. Unterstützt wurde sie in ihrem Vorhaben von der ganzen Familie. Schon bald gab es im SELAM 56 Waisen und nach dem Bau einer Primarschule entstanden weitere Ausbildungsmöglichkeiten.

1991 konnten die ersten 18 Lehrlinge im **Berufsbildungszentrum** einziehen und begannen ihre vierjährige Schlosserlehre. Im Laufe der Zeit kamen immer mehr Werkstätten und Berufe dazu, welche den Lernenden angeboten werden. Schreiner, Mechaniker, Maurer, Elektriker und Automechaniker; das sind die Lehrgänge, die SELAM heute anbietet.

1995 konnten die ersten 16 Lernenden diplomiert werden. Jetzt sind es pro Jahr über 100 Diplomanden. Seit Sommer 2009 besteht auch eine


SELAM 

Solarschule für Fotovoltaik. 1993 wurde mit dem Bau der 9. und 10. Klasse begonnen.

Im Sommer 1994 wurde die **Sekundarschule** mit 60 Schüler/innen eröffnet. 1999 wurden weitere Klassengebäude erstellt und SELAM kann in der Sekundarschule 500 Schüler gleichzeitig unterrichten. Danach tritt ein Teil in die Berufslehre ein, die anderen hingegen besuchen die Vorbereitungsschule für die Universität.

Bald wurde eine Haushaltsschule gegründet, die auch Mädchen offensteht, welche keinen Schulabschluss vorweisen können. Die Schule startete 1997 zuerst als Bäckerei. 1999 kamen zwei Lehrküchen, ein nationales und ein internationales Restaurant dazu, ebenso ein Nähatelier um den Lernenden eine umfassende Ausbildung anzubieten.

Da die nahe Primarschule schon überfüllt war, baute David Röschli kurzerhand eine **SELAM Schule** mit 103 Plätzen. Somit konnten auch Kinder armer Familien der Nachbarschaft zum Unterricht kommen. Mittlerweile ist die Primarschule auf 2400 Plätze angewachsen. Dazu kommt ein Kindergarten für 300 Kinder. SELAM arbeitet nach dem Tagesschulsystem. Die Kinder bleiben über Mittag im Areal.

Seit der 2. Hälfte der 80er Jahre ist in Schwarzafrika eine neue Bautechnologie aufgekommen; der Mauerbau mit stabilisierten Erdbausteinen. Bis 1992 wurde im SELAM vor allem mit Zementsteinen gebaut. Die Lehrwerkstätten begannen mit dem Bau von Steinpressen. Mit diesen konnten in grosser Menge Erdbausteine mit geringem Zementanteil gepresst werden. Seit dieser Zeit wurden die Gebäude zunehmend aus diesem Baustoff hergestellt und ab dem Jahr 2000 ausschliesslich. Seit ein paar Jahren werden die Bauten ohne Mörtelfuge erstellt, dank der neu eingeführten Profilform der Steine.

Auf dem SELAM Gelände gibt es drei Biogasanlagen mit welchen der grösste Teil der Kochprozesse getätigt wird. Diese Technologie hat sich in der Folge durchgesetzt. Seit 1998 hat SELAM rund fünfzig Biogasanlagen gebaut. 90% davon werden zum täglichen Kochen mit Biogas verwendet. In dieser Zeit baut SELAM auch eine grössere Anzahl Parabolkocher und Kochkisten.

Seit Beginn der Ausbildungstätigkeit konnten 1300 Lernende diplomiert werden in technischen Berufen, ebenso rund 300 Hauswirtschafterinnen. Viele dieser Fachleute dienen SELAM weiterhin als Ausbilderinnen und Werkstattchefs. Ein kleiner Teil davon hat sich selbständig gemacht und ein eigenes Unternehmen gegründet, oft unter Mithilfe des SELAM. In Addis Abeba gibt es mehrere Werkstätten von SELAM College Absolventen. In anderen Städten haben sich auch ehemalige SELAM Waisen etabliert mit eigenen Betrieben. So sind einige Hundert Arbeitsplätze für Facharbeiter geschaffen worden. Diese sind teilweise tätig in Solartechnik, ökologische Bautechnik, landwirtschaftliche Beratung, Bewässerungstechnik, Elektrotechnik, Fotovoltaik sowie energieeffiziente Kochtechnik.



Projektbeschreibung Hydroform-Erdbaustein-Technik

Im Bausektor werden traditionellerweise Lehm-Rundhütten mit Strohdach gebaut. Seit den 60er Jahren haben Beton, Zementsteine und Backsteine Einzug gehalten. Diese Baustoffe enthalten rund 50% Zement oder haben einen hohen Energieaufwand beim Brennen. Die weltweite Zementproduktion stösst 4% des Treibhausgases CO₂ aus. Dazu kommt noch die Energieaufnahme von 2-3 kWh/kg Zement während der Herstellung, wo die Öfen bis zu 2000°C heiss sind. Backsteinöfen sind immerhin 1300°C heiss.

Bis 1992 wurde im SELAM ebenfalls mit Zementsteinen (**Holobloc** genannt) gebaut. Dann begannen die Lehrwerkstätten mit dem Bau von Steinpressen. Mit diesen konnten in grosser Menge Erdbausteine mit geringem Zementanteil gepresst werden. Seit dem Jahr 2000 stellt SELAM seine Gebäude ausschliesslich aus diesen Erdbausteinen her. Bei dieser Technologie wird Braunerde mit 5 – 10% Zement gemischt, bei 4 bar gepresst und anschliessend luftgetrocknet. Seit ein paar Jahren können die Bauten zudem ohne Mörtelfuge erstellt werden, dank einer neu eingeführten Profilmform der Steine, genannt **Hydroform**. Gegenüber der Zementsteinbauweise kann so ein beträchtlicher Anteil an Zement eingespart werden. In den Schlosserwerkstätten stellen SELAM Lernende unter Aufsicht neben rund 40 Maschinen und Geräten auch Blockpressen her. Mit diesen Pressen können Familien und Dorfgemeinschaften selbstständig Erdbausteine herstellen.

Förderbeiträge: Mit einem Förderbeitrag auf jedem Erdbaustein von 10% des Kaufpreises wird die Verwendung der Erdbausteine gefördert in Äthiopien (siehe Tabelle 1). Ebenso erhalten die Käufer eine kostenlose Bauberatung.

Produkt	Kaufpreis	Förderbeitrag
Name	ETB	ETB
Hydroform Erdbaustein breit	7	0.7
Hydroform Erdbaustein schmal	4	0.4
Blockpressen für Erdbausteine	2000	200
Rocket stove mastermould	300	30
Mirt Stove mastermould	650	65

[Tabelle 1: Vollständige Liste der Förderbeiträge (ETB = 1 Ethiopian Birr = 0.1 CHF)]

Diese Fördermassnahmen entsprechen einem CO₂-Kompensationspreis von rund 10-30CHF/Tonne CO₂ (siehe Tabelle 5 im Anhang).



Nachhaltigkeit – Das Projekt ist ökologisch, sozial und ökonomisch nachhaltig, da durch den verminderten Einsatz von Zement und die Lufttrocknung mit dem Erdbaustein **pro 1m² Fläche rund 225kg CO₂** eingespart werden können. Ausserdem werden neue Arbeitsplätze geschaffen.

Zur Ökologie: Für eine Mauerfläche von 1m² werden beim Erdbaustein, verglichen mit dem herkömmlichen Holobloc-Baustein, nur 25kg statt 200kg Zement verbraucht (siehe Tabelle 3 im Anhang). Dies ergibt für die Fläche von 1m² einen CO₂-Ausstoss von 32.5 kg statt 260 kg CO₂. **Mit dem Einsatz von Erdbausteinen werden schon heute 540 t CO₂ pro Jahr eingespart** (siehe Tabelle 4).

Durch die Verwendung von Baumaterialien aus der Region werden lange Transportwege aus dem Ausland eingespart. Dies wirkt sich positiv auf die CO₂-Bilanz aus.

Regionale Wertschöpfung – Die Erdbausteine werden auf dem SELAM Areal wie auch in der Region Addis Abeba für verschiedene Gebäude vermehrt eingesetzt. Der Einsatz dieser Bausteine soll nun im ganzen Land gefördert werden.

Durch das Projekt können gegenwärtig **35 Arbeitsplätze** innerhalb vom SELAM angeboten werden, ein weiterer Kreis von Personen ist im ganzen Produktionsablauf involviert (siehe Tabelle 2). Die Bausteinpresse ermöglicht den Dorfbewohnern eine selbstständige und unabhängige Produktion von Erdbausteinen zum Bau von neuen Gebäuden.

Von den verschiedenen Aktivitäten innerhalb des Projektes profitieren folgende Leute:

Arbeitsgang	Beteiligte Männer	Beteiligte Frauen
Steine herstellen im SELAM	20	15
Steine zu Gebäude verbauen	400	200
Steinpressen herstellen	15	
Steine herstellen vor Ort	60	40

[Tabelle 2: Anzahl beteiligte Leute bei den Arbeitsvorgängen für das Erdbaustein-Projekt]

Die Technologie der Erdbausteine wird in einem **Ausbildungslehrgang** vermittelt. Dabei arbeiten die Kursteilnehmer in einer Werkstatt, wo sie nebst Theorie viele Praxiserfahrungen sammeln können. Wenn sie später einen eigenen Betrieb starten möchten, erhalten sie Unterstützung vom SELAM, bis sie auf eigenen Beinen stehen können.

Sorgfältige Ressourcen-Nutzung – Die Erdbausteine bestehen hauptsächlich aus **Braunerde, Wasser und Zement**. Die Braunerde ist lokaler und regionaler Herkunft bis ca. 50 km Entfernung. Das Wasser ist lokal vom SELAM, der Zement wird noch importiert. Der gesamte wertmässige Anteil an Rohstoffen aus der Region beträgt 70%. Bei den herkömmlichen Holobloc-Zementsteinen ist der aus dem Ausland importierte Anteil entsprechend grösser.



Selbstständigkeit, Identität – Die eigene Verantwortung wird gefördert, wobei an traditionellem Wissen angeknüpft wird.

Dank der Beschaffenheit der Erdbausteine wird eine grössere Sicherheit der Gebäude im Vergleich zum konventionellen Lehmhaus erreicht. Durch die Eigenschaften der Erdbausteine wird ein klimatischer Tag-/Nacht-Ausgleich bewirkt, der eher den traditionellen Lehmhütten entspricht als bei Zementbauten.

In den Ausbildungsstätten werden die jungen Leute so ausgebildet, dass sie das Wissen über die Baustein-Technologie praktisch anwenden können. Nach ein paar Jahren Berufserfahrung sind sie in der Lage das Wissen weiterzugeben und später selber Leute auszubilden.

In der **Projektleitung** waren vor zwei Jahren drei Personen, unter ihnen zwei Äthiopier. Heute sind alle drei Personen in der Projektleitung Äthiopier/innen.

SELAM ist ein **christliches Hilfswerk** und der gelebte Glaube in Wort und Tat ist besonders wichtig. SELAM arbeitet interkonfessionell und lässt seine Hilfe allen Menschen zukommen, unabhängig von deren religiösen und politischen Hintergründen.

Ziele des Projektes

- Knowhow-Transfer im Lehrbetrieb.
- Weniger Zementeinsatz beim Bauen ergibt weniger Treibhausgase.
- Ressourcenschonung für nachfolgende Generationen
- Optimierung von Energiekreisläufen
- Schaffung neuer Arbeitsplätze in der Region

Wirkungsfeld

Die Erdbaustein-Technologie findet im Moment in Äthiopien Verwendung. Die Produkte werden aber vermehrt schon ausserhalb des Landes gebraucht. Für die kommenden Jahre ist es die Absicht von SELAM und dem Grünen Fisch, diese Technologie weiter zu verbreiten, auch in die Nachbarländer wie Sudan und Eritrea.

Bilder zur Erdbaustein-Produktion



*Die richtige Mischung aus Braunerde, Wasser und Zement wird hergestellt.
(Bild, J.Bachofner)*



*Die Erdbausteine werden mit der Steinpresse in Form gebracht.
(Bild J.Bachofner)*



Die Erdbausteine werden zum Trocknen aufgestellt.
(Bild J. Bachofner)

Anhang

Vergleich pro m2 Fläche					
Holobloc			Hydraform		
Sand		25%	Braunerde		92%
Punis (Kleber)		12.5%	Zement	25kg	8%
Feinkies		12.5%			
Zement	150kg	50%			
Fugenmörtel	50kg	20%	Fugen		0%
Total Zement	200 kg		Total Zement	25 kg	
Zementmenge entspricht	157.1 kg CO2		Zementmenge entspricht	19.64 kg CO2	
Energieaufn.	440 kwh/m2		Energieaufn.	55.0 kwh/m2	
Energieaufn. entspricht	100.5 kg CO2		Energieaufn. entspricht	12.6 kg CO	
Total CO2	257.6 kg CO2		Total CO2	32.2 kg CO2	
Differenz zu Holobloc: 225.4kg CO2					

[Tabelle 3: Vergleich der alten Holobloc-Bauweise mit der neuen Hydraform-Technologie (=Erdbaustein). Der fast zehnmahl höhere CO2-Ausstoss beim Holobloc liegt zum einen am höheren Zementgehalt, wobei 1 kg Zement 0.8 kg CO2 entsprechen, zum anderen an der unterschiedlichen Energiezufuhr beim Trocknen/Brennen.]

Kennzahlen Zement: CO2 Ausstoss: 0,8kg CO2/kg Zement	eingesparte t CO2/Jahr
Energieaufnahme: 8MJ/kg ~2,2kwh/kg~0,5kg CO2/kg Zement	
Total: 1,3kg CO2/kg Zement	
jeden Monat werden 5 t Zement zu Hydraform verarbeitet im SELAM	540

[Tabelle 4: CO2 Reduktion bei der gegenwärtigen Produktion im SELAM: 25kg Zement in Hydraform ergeben nach Tabelle 3, im Vergleich zu den Holobloc, 225 kg eingespartes CO2 pro m2. Für 5 t Zement ergibt dies 540 t eingespartes CO2 pro Jahr.]

Kompensationspreis - Berechnung

Preis pro Ziegel (Durchschnitt)	Vollpreis: 0.55 CHF Förderpreis (10%): 0.055 CHF
Anzahl Ziegel pro m ²	42 Stk.
CO ₂ -Einsparung pro m ²	225 kg
Kompensationspreis	10.5 CHF/t CO₂

[Tabelle 5: Geschätzter CO2-Kompensationspreis für das Erdbausteinförderprogramm]

Der Subventionspreis für einen Ziegel beträgt ca. 0.055 CHF. Für 1 m² Mauer werden 42 Ziegel benötigt. Pro m² werden im Vergleich zum Holobloc-Baustein 225kg CO₂ (siehe Tabelle 3) eingespart. Daraus ergibt sich ein Kompensationspreis von 10.5 CHF pro Tonne CO₂.

Verglichen mit den üblichen Preisen von typisch 30 CHF/ t CO₂ von arrivierten CO₂-Kompensationsanbietern (www.myclimate.org) ist das sehr preiswert. Allerdings ist davon auszugehen, dass das Angebot an verbilligten Erdbausteinen nicht 1:1 dazu führt, dass ein solcher Ziegel statt eines Holoblocs verbaut wird. Für ein moderates Szenario ergibt sich daher ein CO₂-Reduktionspreis, der in derselben Preiskategorie wie Klimaschutzprojekte anderer Drittweltorganisationen liegt. Dabei noch nicht berücksichtigt worden ist der Multiplikationseffekt dieser Fördermassnahmen für eine klimafreundlichere Bauindustrie.