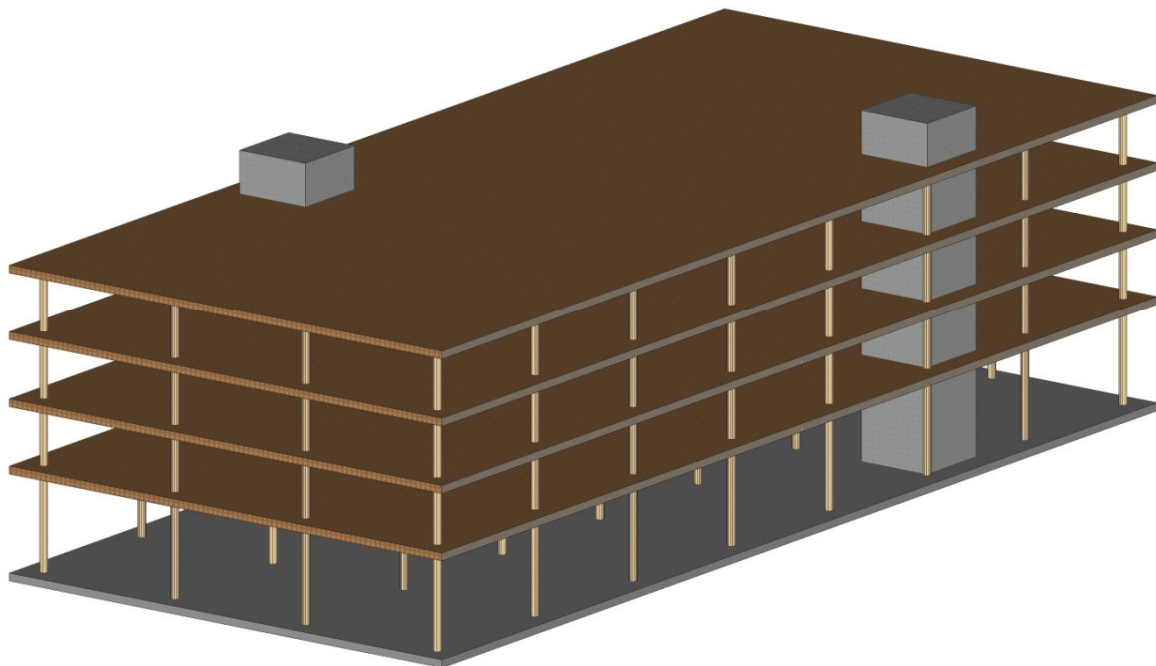


Geschossdecken für Gewerbe und Industrie

Machbarkeitsstudie

Projekt Nr. 2009.20

Schlussbericht



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1 Zusammenfassung	3
2 Ausgangslage	4
3 Projektteam	4
4 Vorgehen und Methodik	5
5 Theoretische Überlegungen	5
5.1 Literatur- und Marktstudie	5
5.2 Rahmenbedingungen für Berechnungen	6
5.3 Neuralgische Punkte	6
5.4 Rechnerische Abschätzungen	7
5.5 Konstruktive Erörterungen	7
5.5.1 Elementgrößen und -geometrie	7
5.5.2 Ausbildung der Elementstöße	9
5.5.3 Stützenanschluss	10
6 Beispiel Gewerbegebäude Schwarz Signau	11
7 Laborprüfungen	13
7.1 Ausgangslage	13
7.1.1 Evaluation Prüfungsanordnung	13
7.1.2 Gewählte Anordnung für Biegebruchprüfungen	14
7.1.3 Aufbau Probekörper	15
7.1.4 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse	15
8 Weiteres Vorgehen	17
9 Abrechnung	18
9.1 Finanzplanung	18
9.2 Kosten nach Projektpartnern	19
9.3 Finanzierung	19

1 Zusammenfassung

Geschossdecken in Gewerbe und Industrie erfordern Stützenraster bis 8.00 x 8.00 m, Nutzlasten bis 500 kg/m² und eine zwei- oder mehrachsige Tragwirkung. Die Leistungsfähigkeit der bisherigen Holzbauweise stösst hier an eine Grenze. Diese Machbarkeitsstudie zeigt konstruktive und ausführungstechnische Möglichkeiten auf und dient als Grundlage für weitere Projekte.

In einer ersten Phase wurden theoretische Überlegungen durchgeführt. Eine Literatur- und Marktstudie zeigte, dass in diesem Bereich noch kaum Resultate vorhanden sind. Die Herausfilterung der neuralgischen Punkte ergab Handlungsbedarf in den Bereichen Elementstoss, Stützenkopf sowie Stützenanschluss. Die auftretenden Schnittkräfte wurden in verschiedenen Varianten mit Hilfe von Stabstatik- und FEM-Programmen simuliert und ausgewertet.

In einer zweiten Phase wurden Laborprüfungen durchgeführt, um die Wirkung verschiedener Materialien und Aufbauten über dem Stützenkopf vergleichen zu können.

Insgesamt 68 Prüfkörper mit den Abmessungen 700 x 200 x 200 mm wurden erstellt und geprüft. Die in den Prüfungen erreichten Bruchwerte waren deutlich höher als die erwarteten Werte. Furniersperrholz aus Buche lieferte die besten Ergebnisse.

Das Projekt hat gezeigt, dass einerseits mit bekannten Materialien (Brettsperrholz, Furniersperrholz aus Buche) und andererseits mit neuen Denk-Ansätzen möglich ist, Geschossdecken für Gewerbe und Industrie zu erstellen. Es sind aber noch grosse Entwicklungsschritte erforderlich, bevor ein Produkt auf den Markt gebracht werden kann. Für die hochbeanspruchten Stützenkopf-Bereiche kann davon ausgegangen werden, dass massgebliche Mengen an Laubholz, insbesondere Buche, eingesetzt werden können.

2 Ausgangslage

Die Holzbauweise erschliesst neu die Bereiche Gewerbe und Industrie. Bei Geschossdecken mit Stützenrastern bis 8.00 x 8.00 m und Nutzlasten bis 500 kg/m² stösst sie allerdings an eine Grenze. Die Leistungsfähigkeit in den Bereichen Tragwirkung, Lastabtragung, Elementgrösse, Brandschutz und Schallschutz ist ungenügend und muss verbessert werden. Die folgende Machbarkeitsstudie zeigt konstruktive und ausführungstechnische Möglichkeiten auf und dient als Grundlage für weitere Projekte.

Ziele:

- Entwicklung eines Deckensystems für Gewerbenutzung aus Holz
- Stützenraster 8 x 8 m
- Nutzlast 5 kN/m²
- Mehrachsige Tragwirkung
- Brandschutzanforderung REI60
- Produktion und Montage mit bestehenden Maschinen und Werkzeugen

3 Projektteam

Name	Ausbildung	Unternehmen	Ort	Funktion
• Zöllig Stefan	Ing. FH	Timbatec GmbH	Thun	Projektleiter
Rüeggsegger Lukas	Ing. FH	Timbatec GmbH	Thun	Projektmitarbeiter
Burgherr Andreas	Ing. HTL	Timbatec GmbH	Zürich	Interne Begleitung
Stutz Oliver	Zimmermann, cand. Ing.	Timbatec GmbH	Zürich	Projektmitarbeiter
Holder Dennis	cand. Ing.	Timbatec GmbH	Thun	Projektmitarbeiter
Schilliger Ernest	Ing. FH	Schilliger AG	Küssnacht am Rigi	Wirtschaftspartner
Liembd Anton		Schilliger AG	Küssnacht am Rigi	Wirtschaftspartner
• Leibundgut Werner		Schilliger AG	Küssnacht am Rigi	Wirtschaftspartner
• Müller Andreas	Prof. Dipl. Ing.	BFH Berner Fachhochschule	Biel	Wissenschaftliche Begleitung
Tannert Thomas	Dipl.Ing.(FH)	BFH Berner Fachhochschule	Biel	Wissenschaftliche Begleitung
Philipp Marko	Dipl.Ing.(FH)	BFH Berner Fachhochschule	Biel	Prüfungen: Durchfüh- rung und Dokumentation
Sachse Ronny	Dipl.Ing.(FH)	BFH Berner Fachhochschule	Biel	Prüfungen: Durchfüh- rung und Dokumentation
Daniel Roder		BFH Berner Fachhochschule	Biel	Prüfungen: Einrichtung und Durchführung Labor
René Wicki		PURBOND AG	Sempach	Externe Beratung zu Verklebung

- Ansprechperson

Tab. 1: Projektteam

4 Vorgehen und Methodik

Projektetappe	Projekt-Bearbeiter	Ausgeführte Arbeiten	% Projekt-Fortschritt
Wissensstand Ermittlung des aktuellen Wissens-Standes mit Literaturstudie, zweiachsige Holzbau-Systeme, Pilzbewehrungen, Lastabtragung Decke/Stütze	HSB, Timbatec	Vollständig: Literatur- und Marktstudie, zweiachsige Holzbau-Systeme, Lastabtragung Decke/Stütze	■■■■■■■■■■ 100%
Rahmenbedingungen, Einwirkungen Abgrenzung geometrisch / technisch / wirtschaftlich, Einwirkungen festlegen	Timbatec, PURBOND, Schilliger, HSB	Vollständig: Abgrenzung geometrisch / technisch / wirtschaftlich festlegen, Einwirkungen festgelegt.	■■■■■■■■■■ 100%
Konstruktionsvorschläge Variantenstudium, Vergleich, Eingrenzung, Statik, Detailstatik, Detailkonstruktion, Produktion, Montage	Timbatec	Teilweise: Variantenstudium, Vergleich, Eingrenzung, Statik, Vergleiche Stabstatik und FEM-Programm. Überlegungen zu Schubverstärkung und Verklebung. Detailstatik, Produktion und Montage ist nicht sinnvoll.	■■■■■■■■ 80%
Orientierende Prüfungen Herstellung Muster, Prüfungsvorbereitung, Durchführung, Auswertung	Timbatec, Schilliger, HSB	Vollständig: Prüfungsanordnung linear und flächig festgelegt, Material und Typen festgelegt, Herstellung Prüfkörper, Prüfungsreihe durchgeführt, ausgewertet, dokumentiert.	■■■■■■■■■■ 100%
Dokumentation Erarbeiten Berechnungstabellen, Berechnungstools.	Timbatec, Schilliger	Nicht sinnvoll.	0%
Weiterführende Projekte Abklärungen bestehende / neue Projektpartner, erarbeiten Forschungsplan	Timbatec, HSB	Vollständig Pilot- und Demonstrationsprojekt Gewerbegebäude Schwarz vorbereitet, aber aus Sicherheits- und Zeitgründen verworfen. KTI-Projekt vorbesprochen. Projektteam gesucht, Finanzierung unklar. Industriepartner fehlt.	■■■■■■■■■■ 100%

Tab. 2: Ausgeführte Arbeiten

5 Theoretische Überlegungen

5.1 Literatur- und Marktstudie

Eine Literatur- und Marktstudie zeigte, dass im Bereich der hochbelasteten, mehrachsig tragenden Geschossdecken noch kaum Resultate vorhanden sind. Die Gespräche mit Marktteilnehmern zeigten Interesse, aber auch Skepsis gegenüber solchen Deckensystemen.

5.2 Rahmenbedingungen für Berechnungen

Um für erste rechnerische Abschätzungen die erforderlichen Rahmenbedingungen zu erhalten, wurde ein Musterobjekt entworfen. Das Mustergebäude „Boîte avenir“ besteht aus 4 Geschossen mit übereinander stehenden Stützen im Abstand von 8 x 8 Meter. Die Grundrissfläche ist auf 24 x 56 Meter festgelegt und entspricht der Grössenordnung von gängigen Gewerbe- und Industriebauten.

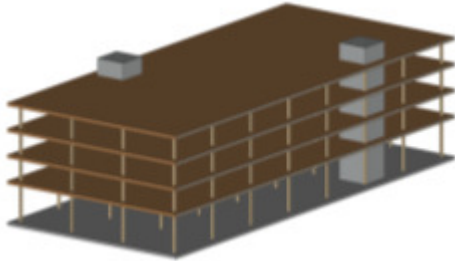


Abb.1: Boîte avenir

5.3 Neuralgische Punkte

Anhand dieses Mustergebäudes wurden die neuralgischen Punkte herausgefiltert und dargestellt, die mit herkömmlichen Mitteln nicht ausreichend gelöst werden können.

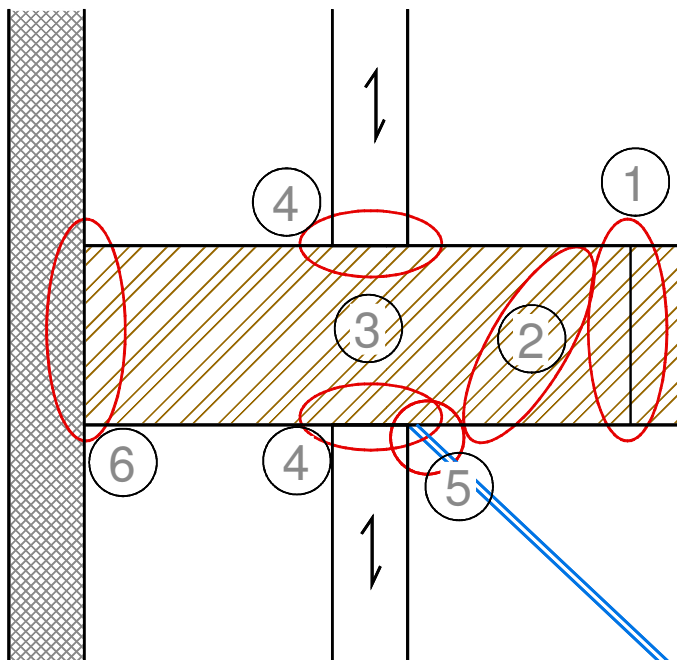


Abb.2: Neuralgische Punkte

Nr	Bezeichnung	Priorität
1	Elementstoss, (Querkraft, Biegemoment)	1
2	Schubkräfte	1
3	Auflagerkräfte (Biegemoment, Querdruck, Durchstanzen)	1
4	Stützenanschluss (Querdruck, Querkraft)	2
5	Anschluss aussteifende Elemente	3
6	Anschluss an massive Bauteile	3

Tab. 3: Neuralgische Punkte

5.4 Rechnerische Abschätzungen

Um die Schnittkräfte einer hochbelasteten, mehrachsig tragenden Geschossdecke zu ermitteln, wurden verschiedene Varianten mit Hilfe von Stabstatik- und FE-Programmen simuliert und ausgewertet.

Nachfolgend wird eine mögliche Variante bezüglich des Aufbaus einer Galeriedecke in einer gewerblich genutzten Lagerhalle aufgezeigt und diskutiert.

Im Weiteren werden bezugnehmend auf die Ausarbeitungen in der angehängten Bachelor-Thesis „Machbarkeitsstudie für die Entwicklung eines Deckensystems in Holz für Gewerbebauten“ nachfolgend zwei Grundrisstypen sowie mögliche Anschlussdetails vorgestellt.

5.5 Konstruktive Erörterungen

5.5.1 Elementgrössen und -geometrie

5.5.1.1 Systeme „Kacheln“ und „Flechtwerk“

Um die Auflager herum breitet sich die Momentenlinie kreisförmig aus. Da runde Ausschnitte unwirtschaftlich sind, werden sie mit quadratischen Flächen angenähert. Es entsteht ein wabenartiger Grundriss. Die Feldelemente spannen nun zwar in diagonaler Richtung. Dafür lässt sich ein Membraneffekt erzielen. Dieses System würde mit zwei Elementgrössen auskommen; allerdings müssten die Feldelemente aus Produktions- und Transportgründen zweigeteilt werden. Die daraus entstehende Stossfuge muss so hergestellt werden, dass sie in der Lage ist, grosse Momentkräfte zu übernehmen. Ansonsten trägt das Element über drei Kantenlängen anstatt über vier.

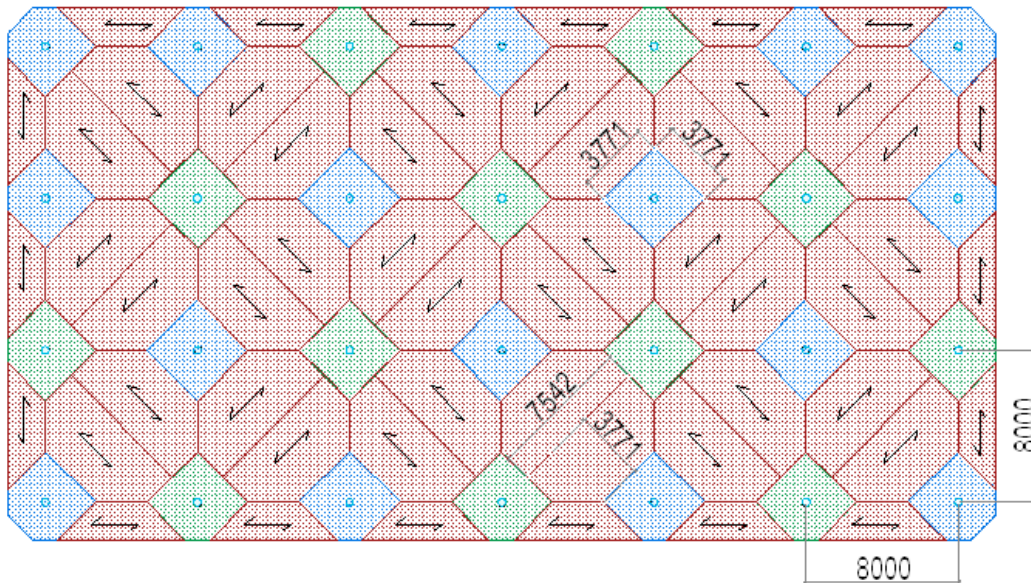


Abb. 3: System „Kacheln“

Mit der Idee, das „Kacheln“ System auf eine gut produzier- und montierbare Grösse zu trimmen, ist das „Flechtwerk“ entstanden. Die roten sechseckigen Elemente spannen immer noch in der Diagonalrichtung, verlieren aber einen Teil des erwünschten Membraneffekts.



Abb. 4: System „Flechtwerk“

5.5.1.2 System „Simple 2“

Dieses System besteht aus zwei Arten von Hauptelementen. Die roten Feldelemente können aus Hohlkästen hergestellt werden, während die blauen Elemente aus Brettsperrholz gefertigt werden. Dem liegt der Grundsatz der Entmaterialisierung zugrunde, in weniger beanspruchten Bereichen Material einzusparen.

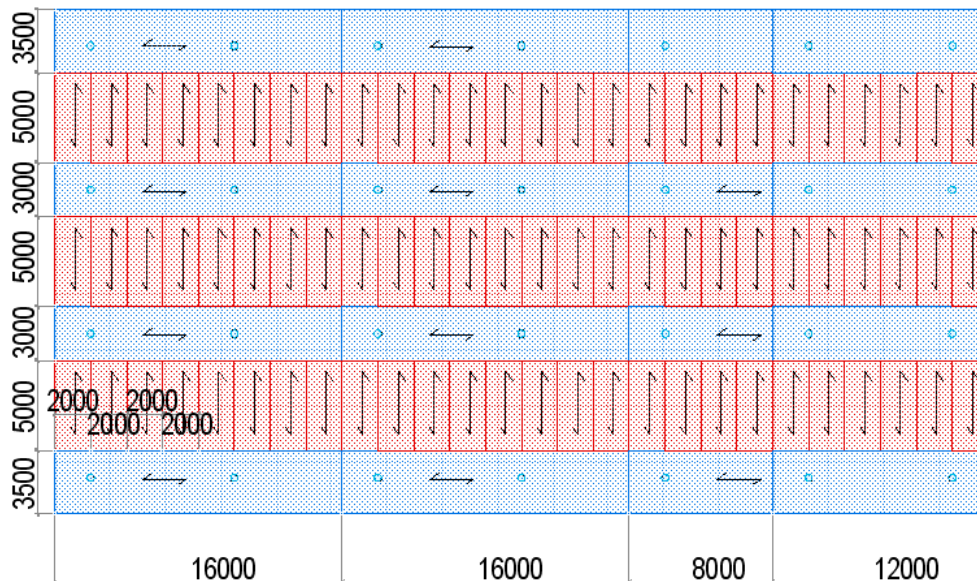


Abb.5: System „Simple 2“

Entscheidende Kriterien waren die Produktion und Montage der Elemente sowie die Ausbildung der Elementstöße.

5.5.2 Ausbildung der Elementstösse

Parallel zu dem statischen Tragsystem muss der Anschluss betrachtet werden. Bei ungleichmässig belasteten Systemen und Teileinspannungen auf den Stützen kommt es zu Biegemomentsprüngen und -verschiebungen der Kräftelinien. Die Stossfugen müssen in der Lage sein, diese Anschlusskräfte aufzunehmen und weiterzuleiten.

5.5.2.1 Keilzinken-Verbindung

Keilzinken-Verbindungen werden normalerweise nur für einzelne Lamellen gebraucht. Es werden aber auch ganze Elemente mittels Keilzinkenverbindung verbunden. In diesem Fall wird oft eine Baustellenverklebung durchgeführt. Hierbei sind Rahmenbedingungen wie Lufttemperatur, Feuchtigkeit, Temperatur der Bauteile und der Pressdruck schwer zu kontrollieren. Ebenso müssen Verschmutzungen der Klebeflächen sowie Transportschäden verhindert werden.



Abb. 6: Keilzinkenverbindung Geisseggbrücke Eriz BE

Ein Keilzinkenstoss zwischen zwei BSH-Trägern kann bis zu 60% der Tragfähigkeit des ungestossenen Trägers erreichen. Die Zinken müssen so eingeteilt werden, dass möglichst viel Flankenfläche der Zinken Längslamellen sind.

Die auf der Baustelle bevorzugte Art der Verklebung ist die mit Klebstoffein- und austritt. In diesem Fall muss kein bestimmter Pressdruck erreicht werden, der Klebstoff muss speziell für diesen Einsatz entwickelt sein.

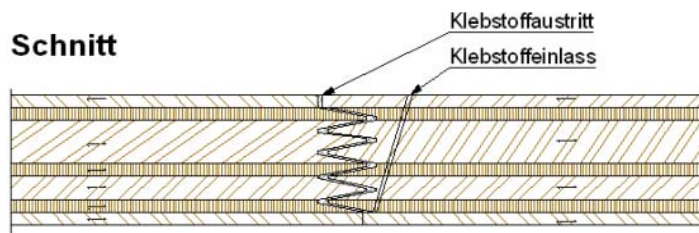


Abb. 7: Keilzinkenverbindung

5.5.3 Stützenanschluss

Durch die Stützen aus den oberen Geschossen kommen grosse Normalkräfte hinzu, was den Baustoff Holz auf Querdruck überlasten würde. Deshalb gibt es die Möglichkeit, die Kraft direkt durch die Holz-Deckenkonstruktion zu leiten. Dies geschieht häufig mittels Stahleinlagen in den entsprechenden Zonen. Ein Durchleiten der Kraft ist auch dann gegeben, wenn die Stützen durchgehend verbunden sind. Falls die Stützen aus einem Stahlrohr gefertigt werden, könnte man das Element mit einem Loch versehen und es über die Stütze einfahren, wo es dann auf dem aufgeschweissten „Hutrand“ aufliegt. Das Montagespiel muss man nachträglich mit Mörtel oder ähnlichem verschliessen. Das Stahlrohr muss in den meisten Fällen aus Brandschutzgründen ausbetoniert werden. Dies zieht jedoch keinen Bauverzug mit sich, da nicht gewartet werden muss, bis der Beton belastet werden darf.

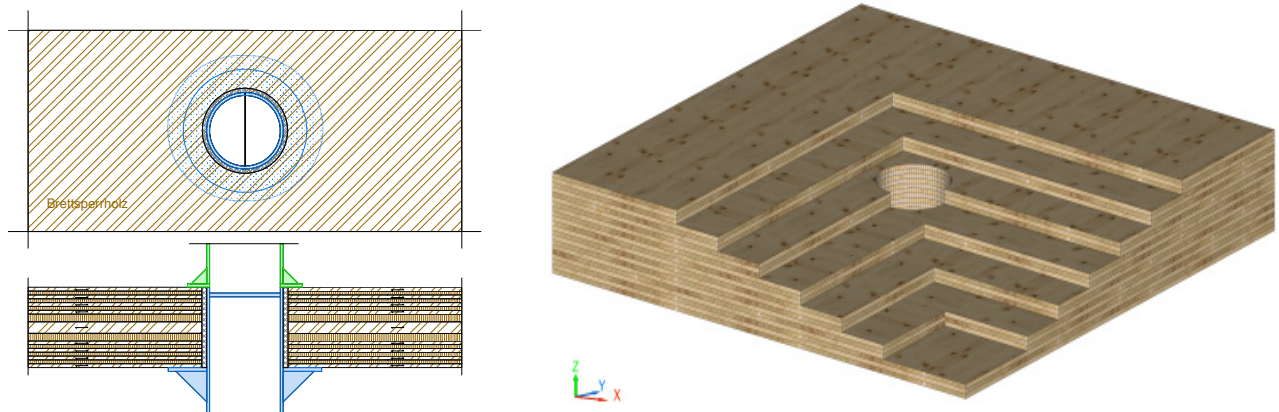


Abb. 8: Stützenanschluss

6 Beispiel Gewerbegebäude Schwarz Signau

Um an einem Pilot- und Demonstrationsprojekt Erfahrungen sammeln zu können, wurde ein Gewerbegebäude der Firma Schwarz Gerüstbau in Signau näher untersucht. Eine Galerie-
decke wäre geeignet, um eine erste Geschossdecke des vorgängig beschriebenen Typs zu
verbauen.

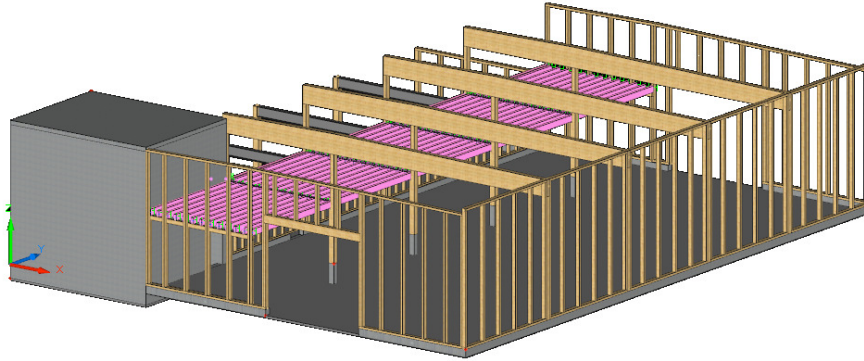


Abb. 9: Gewerbegebäude Schwarz Gerüstbau Signau

In den folgenden Abbildungen, welche mit Dlubal RFEM dargestellt wurden, sind die Schnitt-
größenverläufe einer homogenen Platte ersichtlich. Es handelt sich um eine Galerie-
decke in einem Gewerbegebäude. Der Stützenraster beträgt 6 x 6,3m und als einwirkende Lasten
wirken die Nutzlast und das Eigengewicht.

Der Biegemomenteverlauf und die Verformung einer punktgelagerten Platte verlaufen kreis-
förmig um die Auflager. In Feldmitte herrschen positive Momente, während über den Auflagern
hohe negative Stützelemente anstehen.

Die Querkraft ist im Gegensatz zum Biegemoment in den Feldern eher gering, sie konzen-
triert sich hauptsächlich über den Auflagern.

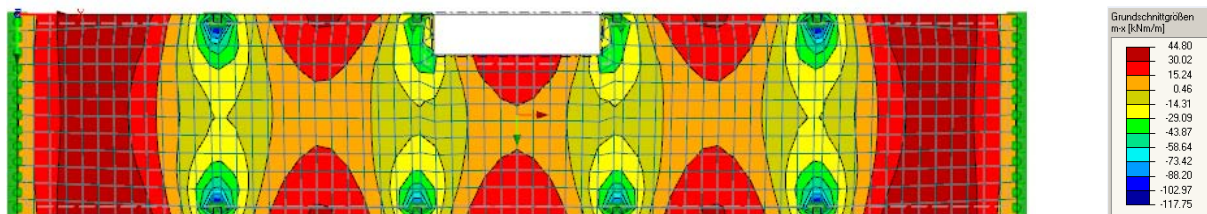


Abb. 10: Momentenverlauf

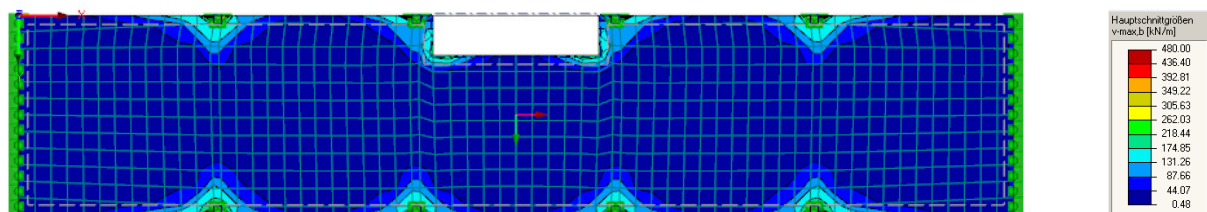


Abb. 11: Querkraftverlauf

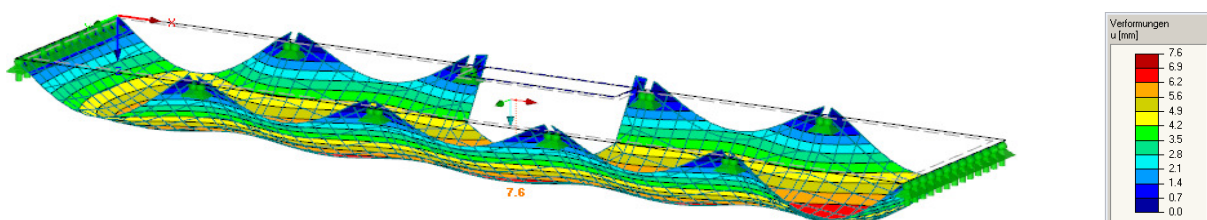


Abb. 12: Verformung

Das Deckenelement soll sich aus hochbelasteten Stützelementen über den Auflagern und weniger belasteten Hohlkastenelementen zusammensetzen. Um Abmessungen für die genannten Elemente zu finden, wäre eine Überlegung, die Übergänge genau an Nullstellen des Momentenverlaufes auszubilden. Die Elementstösse sollen mit einer Keilzinkenverbindung gebildet werden.

Das Projekt Gewerbegebäude Schwarz konnte leider nicht weiterverfolgt werden. Folgende Gründe führten dazu: (Auszug aus dem Absagebrief)

- *Zeitdruck. Die Firma Schwarz zieht ab Oktober 2010 in die neue Halle ein. Damit die Halle rechtzeitig bereitsteht, hätte Ende August 2010 das Material bestellt werden müssen. Wir sind aber noch nicht in der Lage, solche Decken zu dimensionieren. Ein späterer Einbau der Decke in die bestehende Halle wurde diskutiert, zieht aber andere Probleme mit sich. Auch wird die Finanzierung, auch wenn es auf Seite BAFU rasch gehen würde, zu spät kommen.*
- *Zu wenig verlässliche Werte für Stützenkopf und Ausschnitte, z.B. Treppenloch. Bevor wir diese vielversprechende Decke einsetzen können, müssen weitere Prüfungen vorgenommen werden. Mit den bisher bekannten Werten aus der Machbarkeitsstudie dürfen wir als seriös arbeitende Ingenieure nicht Gebäude errichten.*
- *Entwicklung Keilzinkenstoss. Die Entwicklung des Vergusses des Keilzinkenstosses auf der Baustelle ist noch nicht weit genug.*
- *Finanzielle Überlegungen. Die Berechnungen fallen zwar etwas milder aus als die, die wir dem BAFU präsentiert haben. Aber wir müssen die Kostenseite weiter optimieren, bevor wir mit einem Gesuch an das BAFU gelangen, das Chancen hat.*

7 Laborprüfungen

7.1 Ausgangslage

Die nachfolgenden Überlegungen konzentrierten sich auf den Stützenkopf (Punkte 2 und 3), da es in diesem Bereich noch keine Untersuchungen gibt und dieser Bereich massgebend für das Weiterkommen bei Geschossdecken ist.

Bisherige Materialien wie Brettsperrholzplatten schienen nicht sinnvoll, da sie in zwei Richtungen Querlagen aufweisen und somit Rollschubspannungen erhalten. Die möglichen Spannungen sind für Stützenköpfe bei weitem ungenügend.

7.1.1 Evaluation Prüfungsanordnung

Schnitte Grundrisse	Schnitte			
	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				

Tab. 4: Quadratische Prüfungsanordnungen

In einer ersten Phase wurden sehr umfangreiche Prüfungen evaluiert. In einer Art Auslegeordnung wurden verschiedene Grundrisse in einer Matrix mit verschiedenen Mittellagen kombiniert. Dabei ging es hauptsächlich darum, grosse Schubkräfte im Bereich der Stützen zu übertragen und gleichzeitig stabile Decklagen zu haben, um die hohen Stützmomente übertragen zu können. Die geplanten Prüfkörper im Masstab 1:2 waren zweidimensional, quadratisch mit den Abmessungen 1.0 x 1.0 x 0.2 m. Im Grundriss waren bei stehenden Platten keilförmige Anordnungen ähnlich Kuchenstücken notwendig, um die Schubkräfte zu übertragen. Zur Verbindung / Verklebung dieser Prüfkörper wurde das Team unterstützt durch René Wicki von der Firma PURBOND AG in Sempach

In der Diskussion wurde dann klar, dass zuerst ein Vergleich der Leistungsfähigkeit verschiedener Mittellagen erforderlich ist. Dieser kann mit einer einfachen 3-Punkte-Prüfung erfolgen.

7.1.2 Gewählte Anordnung für Biegebruchprüfungen

Für die Prüfung zum Vergleich der Mittellagen wurden Prüfkörper mit den Abmessungen 700 x 200 x 200 mm erstellt. Wie vorgängige Berechnungen ergaben, sind relativ kurze, gedrungene Prüfkörper erforderlich, um ein Schubversagen zu erzeugen, das deutlich vor dem Biegeversagen eintritt.

Die Herstellung der Prüfkörper erfolgte in den Werkhallen der Schilliger AG in Küssnacht.



Abb. 13: Herstellung der Prüfkörper



Abb. 14: Produktionsanlage

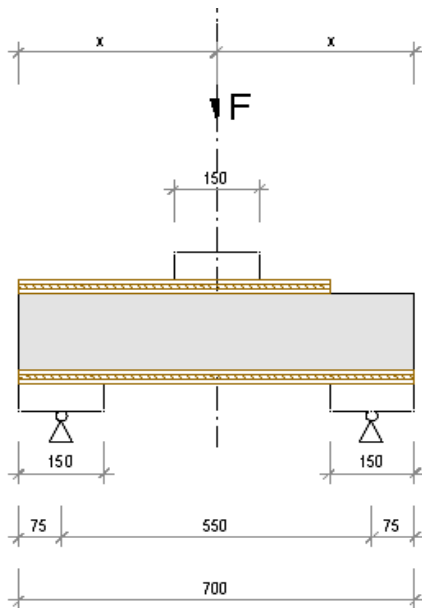


Abb. 15: Prüfungsaufbau



Abb. 16: Prüfungsaufbau schematisch

7.1.3 Aufbau Probekörper

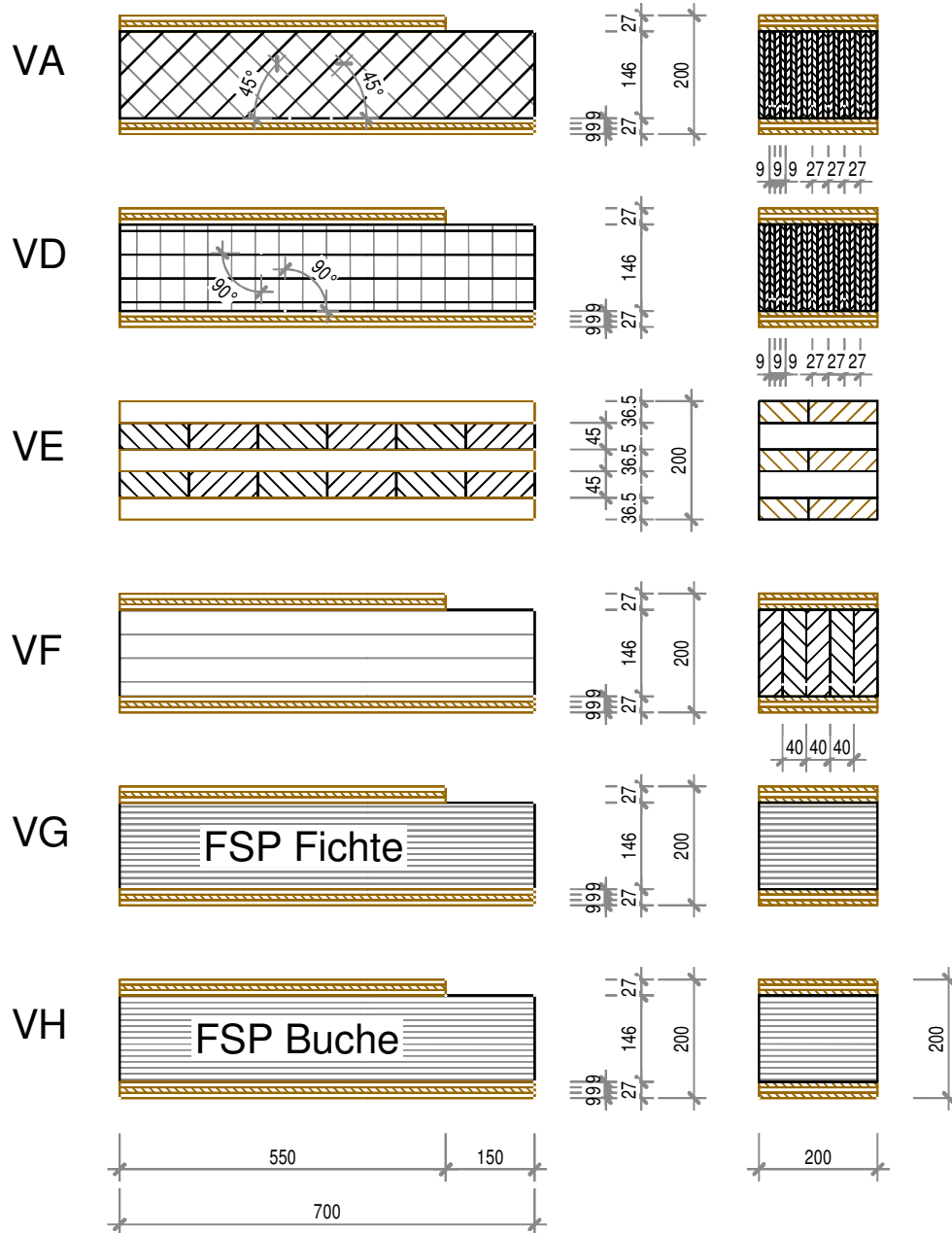


Abb. 17: Prüfkörper

7.1.4 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse

Prüfserie	Mittellage Holzart	Anzahl Prüfungen	Bruchkraft berechnet		Bruchkraft Prüfung Mittelwert [KN]
			Biegung [KN]	(Roll-)Schub [KN]	
VA (3-S stehend 45°)	Fichte	8	145	133	227
VD (3-S stehend: 0°/90°)	Fichte	12	145	133	282
VE (BSP)	Fichte	12	145	29	180
VF (BSH)	Fichte	12	145	83	254
VG (FSH)	Fichte	12	145	29	119
VH (FSH)	Buche	12	145	67	292

Tab. 5: Prüfungsergebnisse

Gegenüberstellung der Bruchkraft

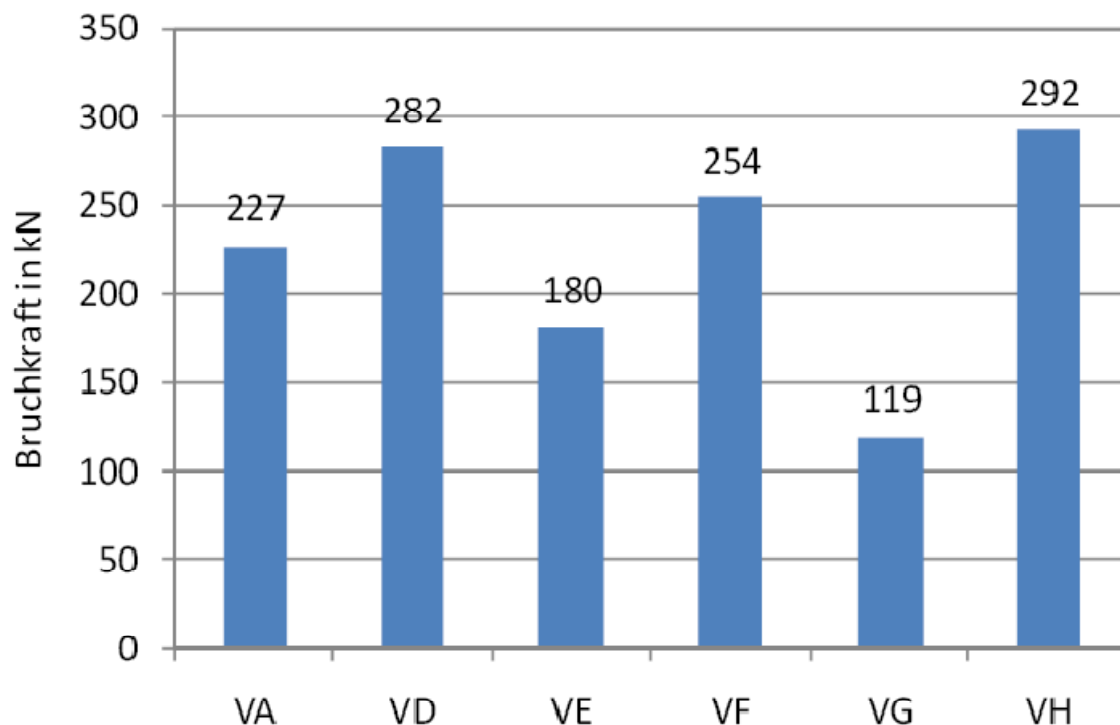


Abb. 18: Gegenüberstellung der Bruchkraft (Mittelwerte) aller Prüfserien

Gemäss Tab.2 liegen die in den Prüfungen erreichten Bruchwerte deutlich höher als die erwarteten Werte.

Als wichtigste Erkenntnisse sind zu nennen:

- die Prüfserien VH und VD weisen die höchsten Traglasten auf
- Prüfserien VH und VF weisen die geringsten Durchbiegungen auf
- Mittellagen 0°/90° sind vorteilhafter als Mittellagen mit 45° zueinander versetzten Lagen
- der Einsatz von Brettsper Holz bringt keine Vorteile
- der Einsatz von Brettschichtholz verringert die Durchbiegung
- der Einsatz von Funierschichtholz Fichte / Tanne ist nicht zu empfehlen
- der Einsatz von Funiersper Holz Buche liefert die besten Ergebnisse

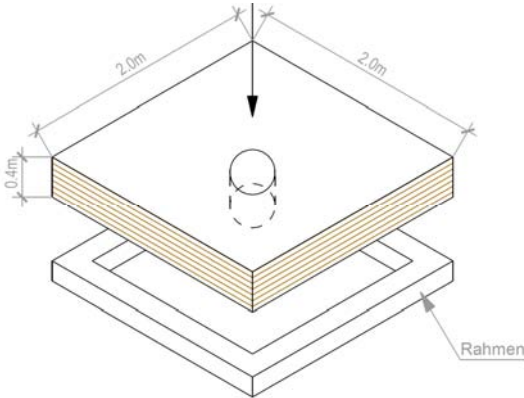
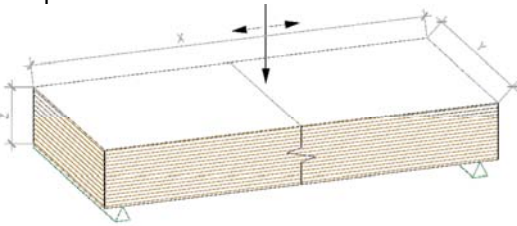
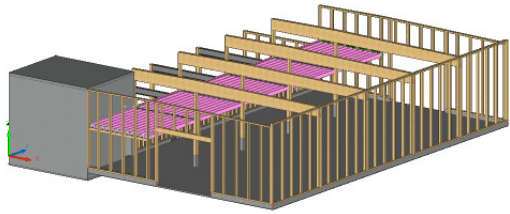
Da 0°/90° zueinander versetzte Mittellagen gegenüber 45° zueinander versetzten Mittellagen vorzuziehen sind, kann von aufwändigen „Tortenstück“-Aufbauten der Stützelemente abgesehen werden.

Beim Prüfkörper (Mittellage FSPH Buche) ist die aufgrund der Prüfungsergebnisse ermittelte charakteristische Schubfestigkeit deutlich höher als der Literaturwert.

Schubfestigkeit		
Literaturwert für FSPH Buche Dichte $\geq 600 \text{ kg/m}^3$	ermittelte Werte	
$f_{v,k} = 2.5 \text{ N/mm}^2$	$f_{v,k} = 5.12 \text{ N/mm}^2$	$f_{v,d} = 2.56 \text{ N/mm}^2$

Tab. 6: Vergleich Literaturwert / Prüfungswert

8 Weiteres Vorgehen

Name	Kosten	Mögliche Finanzierung	Bemerkungen
Stützenkopf flächig (Durchstanzproblematik) System entwickeln und prüfen 	50'000	Eigenfinanzierung durch Industriepartner „Quick and dirty“: Wenig Aufwand, Resultate für Eingrenzung und Abschätzungen.	Wird ab 2011 geplant und durchgeführt. Partner: Schilliger AG, timbatec GmbH, BFH Berner Fachhochschule, PURBOND AG. Das genaue Vorgehen ist noch zu klären.
Baustellentaugliche Verbindung System mit und ohne Verklebung entwickeln und prüfen 	50'000	Do.	Do.
Pilot- und Demonstrationsprojekt (z.B. Galeriedecke in Gewerbegebäude) 	200'000	Aktionsplan Holz	Wird nach den obigen Entwicklungen als nächstes angestrebt. Ziel: ab Mitte 2011.
Masterthesis	270, bzw. 900 Stunden	Als Teil eines Projekts von Aktionsplan Holz oder KTI	BFH klärt ab, ob es Interessenten gibt.
Forschungsprojekt	1.0 Mio	KTI	Wird im Moment insbesondere vom Industriepartner nicht gewünscht.

Tab. 7: Weiteres Vorgehen

9 Abrechnung

9.1 Finanzplanung

1. Saläraufwand				
Schilliger AG				
Projektbesprechungen, Geometrie abklären, Programmierung, Teilnahme Prüfungen in Biel	h	42	120	5'040.00
Total		42		5'040.00
Berner Fachhochschule BFH				
Ausführung Prüfungen	h	86	120	10'320.00
	h	48	80	3'840.00
Berichte	h	42	120	5'040.00
	h	2	80	160.00
Total		178		19'360.00
Timbatec GmbH				
1 Bachelorthesis Oliver Stutz	h	25	120	3'000.00
	h	429	80	34'320.00
2 Projektvorbereitung	h	74	120	8'880.00
	h	57	80	4'560.00
3 Analyse, Prüfungsvorbereitung	h	56	120	6'720.00
	h	35	80	2'800.00
4 Prüfungsdurchführung	h	18	120	2'160.00
5 Auswertung, Prüfungsbericht	h	-		
6 Auswertung, Schlussbericht	h	56	120	6'720.00
	h	119	80	9'520.00
Total		869		78'680.00
Total 1. Saläraufwand		1089		103'080.00
2. Ausgaben (Spesen, Verbrauchsmaterial)				
Schilliger AG				
Prüfkörper herstellen, Transport nach Biel	p	1	8365	8'365.00
Autospesen	km	102	1	102.00
Total				8'467.00
Berner Fachhochschule BFH				
Spesen		0	0	-
Total				-
Timbatec GmbH				
Autospesen	km	1077	1	1'077.00
Bahnspesen	p	1	297	297.00
Total				1'374.00
Total 2. Ausgaben				9'841.00

3. Anlagen				
Schilliger AG				
Anlagen		0	0	-
Total				-
Berner Fachhochschule BFH				
Anlagen	p	1	5000	5'000.00
Total				5'000.00
Timbatec GmbH				
Anlagen		0	0	-
Total				-
Total 3. Anlagen		0		5'000.00
Gesamtkosten				117'921.00
MWST	%	7.60		8'962.00
Gesamtkosten inkl. MWST				126'883.00

9.2 Kosten nach Projektpartnern

a) Exkl. MWST

Projektpartner	Saläraufwand	Ausgaben	Anlagen	Total
Schilliger AG	5'040.00	8'467.00	0.00	13'507.00
Berner Fachhochschule BFH	19'360.00		5'000.00	24'360.00
timbatec GmbH	78'680.00	1'374.00	0.00	80'054.00
Total exkl. MWST	103'080.00	9'841.00	5'000	117'921.00

b) inkl. MWST

Projektpartner	Saläraufwand	Ausgaben	Anlagen	Total
Schilliger AG	5'423.00	9'110.00	0.00	14'534.00
Berner Fachhochschule BFH	20'831.00	0.00	5'380.00	26'211.00
timbatec GmbH	84'660.00	1'478.00	0.00	86'138.00
Total inkl. MWST	110'914.00	10'589.00	5'380.00	126'883.00

9.3 Finanzierung

	Kostenanteil BAFU	Eigenleistungen		Gesamtkosten
		Barbeitrag (Cash)	andere Eigen- leistungen	
Gesamtkosten	50'000.00	0.00	76'883.00	126'883.00

Thun, 31.01.2011
Stefan Zöllig