

## LEITFADEN ZUR PROJEKTSKIZZE (STAND: 08.03.2022)

# Titel: Entwicklung einer Klinker-Lehmbauwand

## Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung niedrigschwelliger Innovationen in kleinen und mittleren Unternehmen und Handwerksunternehmen

Erstellt am: 10.06.2022

Die Projektskizze sollte max. 10-12 Seiten umfassen und inhaltlich die folgenden Punkte abdecken.

### 1. GRUNDLAGEN DER ANTRAGSTELLUNG

#### 1.1. Stand der Projektskizze

Datum: 06.05.2022

#### 1.2. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Aus der Kurzbeschreibung sollten die wesentlichen Elemente des geplanten Vorhabens verständlich hervorgehen. Sie sollte den Leser in die Lage versetzen, Inhalt, Problematik und Ziel der Maßnahme grundsätzlich zu erfassen. (max. ½ Seite)

Das Geschäftsfeld der Firma STB (<https://www.stb-meinders.de/>) umfasst die Fertigung von Ziegel- und Betonfertigteilen für den Industrie- und Wohnungsbau, sie ist zu 100% als Handwerksbetrieb eingetragen. Das Entwicklungsvorhaben bezieht sich auf die ökologische Fertigung von Ziegelfertigteilen. Bisher werden Ziegelfertigteile als Verbundwerkstoff aus Ziegeln oder Klinkern und tragendem Stahlbeton hergestellt. Dazu werden die von Bauherren vorgegebenen Klinker zugekauft, anschl. zersägt und wie Riemchen verwendet. Eingelegt in Formen ergeben sie nach der Befüllung der Formen mit Beton die Sichtseite der Fertigteile. Die Verwendung von Beton ist kritisch, da die notwendige Energie zur Herstellung des zugekauften Ausgangsmaterials Zement sehr hoch ist. Um in Zukunft weniger Energie zu verbrauchen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen wesentlich zu reduzieren und Klinkerreste als Abfall zu vermeiden, ist ein neuer ökologischer Produktansatz erforderlich.

Ziel des beantragten Projektes ist somit die Entwicklung eines neuen Klinkerfertigteils unter ökologischen Gesichtspunkten. Hierfür soll der energetisch aufwendige Beton durch Lehm ersetzt und auf ein Zersägen der Klinker mit Restabfall verzichtet werden. Die Schwierigkeit besteht darin, ein Klinker-Lehm-Fertigteil zu entwickeln, das den statischen Notwendigkeiten entspricht. Des Weiteren soll das Bauteil nach seinem Lebenszyklus einfach zu recyceln sein. D.h. die Trennung der Ziegel und der Lehm-Basis muss mit geringem Energieaufwand möglich sein. Nur durch die Betrachtung des Gesamtprozesses – von der Herstellung der Ausgangsmaterialien über deren Verarbeitung zum Produkt und dessen Recycling nach der Nutzungsdauer – ergibt sich eine ökologische, geschlossene Kreislaufwirtschaft.

Um diese Ziele umsetzen zu können, sind neue ökologische Bauteile und Fertigungskonzepte für eine „Klinker-Lehmbauwand“ zu entwickeln und deren grundsätzliche Gebrauchstauglichkeit durch den Bau und Test von Prototypen und Vorserienmustern zu überprüfen.

#### 1.3. Fördergegenstand

Ordnen Sie Ihr Projekt einem Fördergegenstand zu!

Entwicklung/ Verbesserung eines Produktes, Produktionsverfahrens oder einer neuen Dienstleistung	<input checked="" type="checkbox"/>
--	-------------------------------------

Prozess- und Organisationsinnovation (nur Projekte über 200.000 Euro Gesamtausgaben)	<input type="checkbox"/>
--	--------------------------

#### 1.4. Stärkefeld im Rahmen der RIS-3 Strategie

Ordnen Sie Ihr Projekt einem oder mehreren Stärkefeldern zu?  
 (Mobilität, Lebenswissenschaften, Energietechnologien und - Systeme, Land- und Ernährungswirtschaft, Neue Materialien, Produktionstechnik, Maritime Wirtschaft, Querschnittsfeld: Digitale Wirtschaft)

Stärkefeld:	Neue Materialien/Produktionswirtschaft
Weitere:	

#### 1.5. Antragsteller

Firma: Steenfelder Betonwerk Johann Meinders GmbH

Ansprechpartner: Claus Meinders  
 Straße, Nr.: Steenfelder Dorfstraße 8  
 Tel.: 04955/97878-0

PLZ/Ort: 26810 Westoverledingen  
 Landkreis/kreisfreie Stadt: Landkreis Leer  
 Email: p.thesing@stb-meinders.de

Gründungsjahr der Firma: 1972

#### 1.6. Kurzbeschreibung des Unternehmens

Bitte max. ½ Seite.

In über 40 Jahren hat sich das Steenfelder Betonwerk Johann Meinders GmbH zu einem leistungsfähigen Hersteller von Betonfertigteilen entwickelt.

Jahrelange Erfahrung in der Entwicklung, Konstruktion und Produktion von individuellen Fertigteilen für den Industrie- und Wohnungsbau zeichnen uns als einen zuverlässigen Partner aus.

Unsere Hauptproduktgruppen sind:

- Ziegelfertigteile
- Sichtbetonfertigteile
- Glasfaserbetonfertigteile
- Spezialbauteile

Mit unseren Betonfertigteilen sind Problemlösungen für die unterschiedlichsten Aufgaben möglich.

In unserem hochmodernen Fertigungswerk produzieren wir mit qualifizierten und leistungsorientierten Mitarbeitern Fertigteile nach den Anforderungen unserer Kunden.

Die Produktion wird von unserem erfahrenen Konstruktionsbüro unterstützt, so dass den anspruchsvollen Anforderungen des Marktes in Bezug auf Produktqualität, Wirtschaftlichkeit und Termintreue jederzeit Rechnung getragen werden kann.

Als Unternehmen mit Innovationsanspruch haben wir bereits einige geförderte Projekte erfolgreich durchgeführt. Das dabei gesammelte Knowhow sowie die Erfahrungen rund um Projektarbeit stehen damit auch für dieses geplante Förderprojekt zur Verfügung.

#### 1.7. Entwicklung der Geschäftszahlen der letzten drei Jahre

Jahr	2019	2020	2021 (wird nachgereicht)
------	------	------	--------------------------

Umsatz	10.136733,55 €	11.483.900,34 €	xx €
Gewinn / Verlust	1.006.753,03 €	1.150.401,52 €	xx €
Bilanzsumme	6.265.838,58 €	11.751.692,94 €	xx €

### 1.8. Dauerarbeitsplätze

Anzahl der Beschäftigten: <b>87</b>	davon männlich	davon weiblich	Vollzeit	Teilzeit
• im Gesamtunternehmen zum Antragszeitpunkt	70	17	77	10
• die durch das Projekt neu geschaffen werden	2		2	
• die durch das Projekt gesichert werden	5		5	

### 1.9. Zeitliche Durchführung des Vorhabens

Das Projekt soll am 01.09.2022 beginnen und am 30.09.2023 beendet werden.

## 2. FINANZIERUNG DES VORHABENS / Übersicht

### 2.1. Ausgaben

Ausgabenarten	Summen in €
Personalausgaben	265 716,40
Fremdleistungen	0,00
Sachausgaben	19 000,00
Ausgaben für Investitionen	0,00
<b>Gesamtausgaben</b>	<b>284 716,40</b>

### 2.2. Einnahmen

*Höhe der Einnahmen durch Verkauf von im Vorhaben entwickelten Modulen/Produkten während der Projektlaufzeit*

Es sind keine Einnahmen aus dem Verkauf von Produkten aus den Versuchsreihen bzw. dem Vorhaben zu erwarten.

#### Finanzierung

*Stellen Sie die beantragte Zuwendung / die Eigenmittel / die Fremdmittel / die Mittel Dritter dar.*

Wir beantragen einen Zuschuss in Höhe von € 99 650,74

#### Eigenanteil:

*Sofern die Eigenmittel nicht aus den vorgelegten Jahresabschlüssen erkennbar sind, muss ein entsprechender Nachweis den Antragsunterlagen beigelegt werden*

Der Eigenanteil beträgt € 185 065,66. Die Eigenmittel werden aus dem Cashflow finanziert.

#### Fremdmittel:

*Ein entsprechender Nachweis ist dem Antrag beizufügen (Darlehnsvertrag, Finanzierungsbestätigung der Hausbank etc.)*

Es werden keine Fremdmittel zur Finanzierung des Projektes herangezogen.

### Mittel Dritter

Ein entsprechender Nachweis ist dem Antrag beizufügen (Darlehnsvertrag, Finanzierungsbestätigung der Hausbank etc.)

Es werden keine Mittel Dritter zur Finanzierung des Projektes herangezogen.

### Zusammenfassung Finanzierung:

Die Gesamtfinanzierung wird gesichert durch folgende Mittel erbracht:

- Eigenanteil: 185 065,66 €
- Fremdmittel: 0,00 €
- Beantragter Zuschuss: 99 650,74 €  
(bei einer angenommenen Förderquote von 35% der zuwendungsfähigen Projektkosten in Höhe von 284 716,40 €).

Es werden keine Mittel an anderer Stelle beantragt.

## 3. FACHLICHE PROJEKTBE SCHREIBUNG

### **Stand der Technik (Ist-Zustand)**

#### **3.1.1. Allgemein**

*Zusammenfassende Darstellung des aktuellen Stands der Technik*

#### Ziegelfertigelemente

Ziegelfertigteile bestehen aus einer Ziegel- bzw. Klinkerschicht und einem Stahlbetonkern. Die Ziegel- bzw. Klinkerschicht dient als Gebäudefassade und wird somit aus künstlerischen und ästhetischen Gründen vom Architekten bzw. Bauherrn individuell gestaltet. Der Stahlbetonkern muss den statischen Anforderungen der Belastung des entsprechenden Gebäudeteils genügen, d.h. mindestens eine Eigenstabilität und geeignete Festigkeit mitbringen. Der Vorteil von Ziegelfertigteilen gegenüber der konventionellen Herstellung (Verblenden des Mauerwerks durch Handwerker vor Ort) besteht in dem gleichbleibenden Produktionsablauf bei der Herstellung der Ziegelfertigteile. Durch den gleichbleibenden Produktionsablauf sind beliebige, reproduzierbare Formen der Ziegelfertigteile möglich.

Bei der Herstellung der Ziegelfertigteile werden beispielsweise Ziegelsteine oder Klinker auf eine Wandstärke von ca. 2 cm geschnitten. Die geschnittenen Ziegel oder Klinker werden mit einem Stahlbetonbett, bestehend aus einem Stein-Zementgemisch und der vom Statiker vorgegebenen Bewehrung, zu einem Bauteil verbunden.

Beton besteht aus Flüssigkeit und Zuschlagstoffen wie Gesteinskörnung und Zement als Bindemittel.

Die Herstellung von Beton bzw. Zement ist sehr energieintensiv. Für die Herstellung von 1 m<sup>3</sup> Beton werden **2.775 MJ** Energie benötigt. Diese Energie stammt hauptsächlich aus der **Verbrennung von Öl**, das CO<sub>2</sub> erzeugt.

(<https://www.geoplastglobal.com/de/blog/energieverbrauch-bei-der-betonherstellung/#:~:text=F%C3%BCr%20die%20Herstellung%20von%201,0%2C37%20Barre%20%C3%96%20produziert.>)

Pro m<sup>3</sup> Beton werden zurzeit ca. 200 kg CO<sub>2</sub> emittiert. Laut neuesten Schätzungen verursacht allein die Herstellung von Zement ca. 8% der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emission.

(<https://www.fr.de/wissen/darum-zement-produktion-klimaschaedlich-11018039.html>)

#### Lehmbau

Der Einsatz von Lehm als Baustoff lässt sich auf mehr als 10 000 Jahre zurückverfolgen. Reste von Siedlungen aus Lehmziegeln wurden in der Türkei (Catal Hüyük, Anatolien) gefunden. Die Ägypter verwendeten Lehm beim Bau des Grabmahls von Ramses II (ca. 1300 v. Chr.). Auch in Deutschland wurde Lehm eingesetzt beim Bau von Häusern. Ein 6-stöckiges Wohnhaus in Weil am Rhein (1830 erbaut) wird heute noch bewohnt.

Lehm kann direkt dem Boden entnommen und als Baustoff eingesetzt werden. Um die Qualität des Lehms zu verbessern, werden in der Regel Zuschlagstoffe beigegeben. Mithilfe der Zuschlagstoffe kann die Druck-, Zug- bzw. Abriebfestigkeit verbessert werden. Bei den Zuschlagstoffen handelt es sich meist um Sand, Kies oder organische Zusätze. Die Festigkeit erhält das Bauwerk erst mit Austrocknung des Lehms und

durch die Feuchtigkeitsaufnahme wird der Lehm wieder weich und verliert seine Festigkeit. Um die Festigkeit zu erhalten, sind konstruktive Maßnahmen bzw. eine Oberflächenbehandlung notwendig.

Seit den 1980er Jahren nehmen die Aktivitäten im Bereich Bauen mit Lehm stetig zu. Die ersten „Lehmbau-Regel“ wurden in den 1990er Jahren eingeführt. Die Diskussion um den Einsatz von Lehm als Baustoff, auch für tragende Wände, wird durch die „Energie- und Öko-Krise“ vermehrt diskutiert. Der Primärenergieinhalt (PEI) unterschiedlicher Baustoffe ist in Bild 1 dargestellt. *Der ungebrannte Planstein entspricht dem Lehmstein. Aus Bild 1 ist zu erkennen, dass der nichterneuerbare Primärenergieanteil beim Lehmstein wesentlich geringer ist als bei den konventionellen Mauersteinen.*

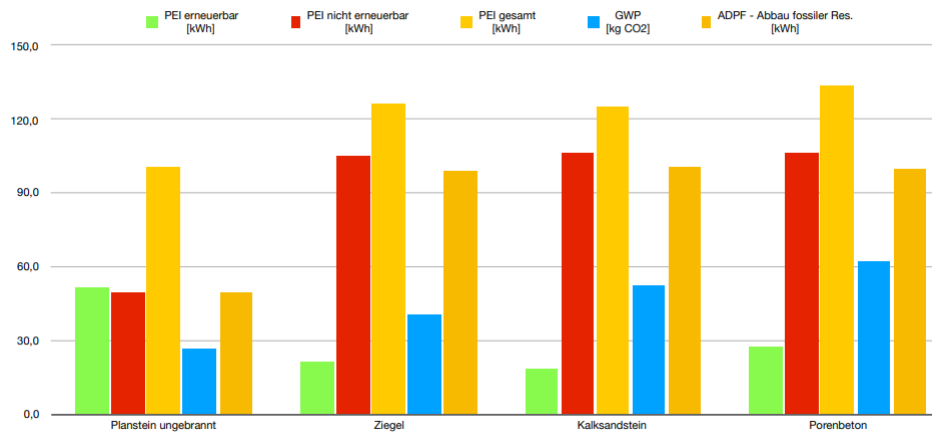


Bild 1: Vergleich der Ökobilanz von konventionellen Mauerwerkssteinen und Lehmsteinen (Wolfram Jäger, Raik Hartmann; *Lehmmauerwerk: Entwurfs- und Konstruktionsgrundsätze für eine Breitenanwendung im Wohnbau unter Berücksichtigung klimatischer Bedingungen gemäßiger Zonen am Beispielstandort Deutschland*; Fraunhofer IRB Verlag)

Heute wird Lehm vermehrt im Trockenbau als Lehmbauplatte eingesetzt. Lehm ist ein natürlicher Werkstoff, der im Innenraum für ein sehr gutes Raumklima sorgt. Der Bau von Gebäuden, der mit Lehm erfolgt, ist bisher leider eher eine Ausnahme; ebenso die Erstellung von Lehm-Fertigbauteilen (<https://www.lehmtonerde.at/de/>).

Lehm ist ein wiederverwendbarer Rohstoff, der ohne hohen Aufwand recycelt werden kann. Da der recycelte Lehm wieder als Baulehm in den Prozess zurückgeführt werden kann, entsteht ein ökologischer Stoffkreislauf (Bild 2).



Bild 2: Stoffkreislauf des Baustoffs Lehm (lehmbau-info; Dachverband Lehm e.V. – Bundesverband zur Förderung des Lehmbaus, März 2014)

### 3.2.2. Im Unternehmen

*Berücksichtigung der unternehmensbezogenen Situation. Heutiger Stand der Entwicklung im Unternehmen. Wie begründen sich die Notwendigkeit und der Nutzen des beabsichtigten Vorhabens für das Unternehmen? (max. 1 Seite)*

Aus Ziegeln oder Klinkern wird die Front des Sichtbetonfertigteils hergestellt. Das Ziegelmaterial kann unabhängig von seiner statischen Festigkeit gewählt werden. Die geschnittenen Ziegelelemente werden mithilfe von Schablonen in ein Betonbett eingelegt. Nach dem Trocknungsprozess sind die Ziegelelemente mit dem Stahlbeton verbunden. Die Festigkeit im Hinblick auf die Zug- und Druckkräfte des Bauteils wird durch den Stahlbeton mit Bewehrung gewährleistet.

Damit während des Fertigungsprozesses die Fugen zwischen den Klinkern nicht mit Beton gefüllt werden, werden Abstandshalter aus Styropor eingefügt. Außerdem werden die Klinkeroberflächen mit einer wasserlöslichen Paste bestrichen. Hierdurch wird sichergestellt, dass flüssige Betonanteile nicht die Oberfläche der Klinker benetzen und somit mit einem grauen, unansehnlichen Schleier überziehen. In Bild 3 ist der Aufbau eines Ziegelfertigteils skizziert.

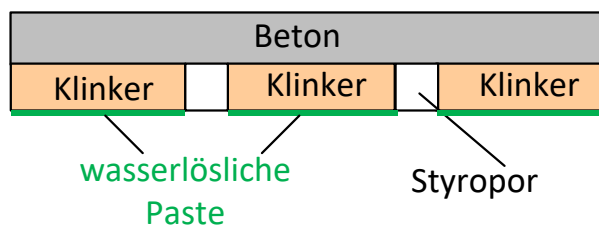


Bild 3: Skizze des Aufbaus eines Ziegelfertigteils

Bei der Herstellung des Betons ist momentan eine strenge zeitliche Abfolge notwendig. Nach Einbringen des Betons muss unverzüglich gerüttelt und gestampft werden, um den Beton zu verdichten. Wird dies nicht ordnungsgemäß ausgeführt, entstehen Hohlräume und der Beton verliert an Festigkeit.

In Bild 4 ist ein fertiges Eckelement zu sehen. Das Ziegelfertigteil kann als tragendes Bauteil direkt an der Baustelle in das Bauwerk integriert werden. Bild 5 zeigt beispielsweise die Sichtbetonfassade der Kirche am Hochschulcampus der Stadt Vechta.





Bild 4: Ziegelfertigteile



Bild 5: Sichtbetonfassade - Kirche auf dem Uni-Campus in Vechta

In Bezug auf die Fertigung von Lehmbauwänden oder der Verarbeitung von Lehm gibt es im Unternehmen keine Erfahrung. Auf Grund der Zeitenwende in Bezug auf die Energieversorgung (Solar-, Windenergie und Energieeinsparung) und die Umweltbelastung durch den hohen Ausstoß von CO<sub>2</sub> bei der Herstellung von Beton/Zement sind wir bestrebt, alternative Herstellungs- und Fertigungsmethoden für unsere Ziegel-Klinkerfassaden zu entwickeln.

Im Bereich des Lehmbaus sind wir bis heute nicht aktiv. Der industrielle Einsatz von Lehm bei der Herstellung von Fassaden ist uns nicht bekannt. Da Lehm als Baustoff bei der industriellen Herstellung von Klinker-Fassaden noch nicht verwendet wurde, fehlen hierzu jegliche Erfahrungen. Wir sind jedoch davon überzeugt, dass Beton als Baustoff in Zukunft nur noch dort eingesetzt werden sollte, wo es keine Alternative gibt. Daher beabsichtigen wir, im Rahmen des Projektes zu untersuchen, inwieweit es möglich ist, unsere industriell hergestellten Klinkerfassaden, basierend auf dem Baustoff Lehm, herzustellen. Im Rahmen dieser Untersuchungen sind die Grenzen des Einsatzes von Lehmwerkstoff für unser gesamtes Produktportfolio zu untersuchen. Hierbei sollen unter anderem die Trocknungszeit, Umwelteinflüsse und die Anforderungen an die Konstruktion in Bezug auf die Statik untersucht werden.

### 3.1. Kurzbeschreibung des Vorhabens (zukünftiger Zustand)

#### 3.1.1. Ziel der Arbeit, Innovationsgehalt

*Was soll entwickelt werden? Charakterisierung der Neuheit bzw. der Verbesserung, der qualitativen und quantitativen Vorteile sowie des innovativen Kerns. Innovativer Ansatz bezogen auf den unternehmensbezogenen Stand der Technik*

Ziel des Projektes ist es, eine Klinker-Lehmbauwand als Fertigteil industriell herzustellen. Der Einsatz von Lehm als Fugenmaterial bei der Verarbeitung von Lehmziegeln ist bekannt. Die Verarbeitung der Lehmsteine erfolgt auf der Baustelle durch den Handwerker. Die Verarbeitung der Lehmsteine setzt jedoch umfangreiches Wissen des Handwerkers voraus und ist sehr zeitaufwendig.

Eine Klinkerfassade auf der Basis eines Klinker-Lehmverbundes, der industriell als Fertigteil hergestellt ist, kann wie Beton-Fertigteile auf der Baustelle eingesetzt werden.

Die industrielle Herstellung von Klinker-Lehmbauwänden als Fertigteile setzt voraus, dass die Bauteile selbst tragend sind. D.h. die fertiggestellten Bauelemente müssen mithilfe eines Krans zu transportieren sein. Hierin liegt eine der großen Schwierigkeiten bei der Entwicklung und Herstellung von Klinker-Lehmbauwänden. Das Bauelement muss stabil sein und darf nicht zu schwer werden, da sonst ein Transport von der Werkshalle an die Baustelle nicht gewährleistet werden kann. Die bisherige Herstellung unserer Klinkerfassaden, bestehend aus einem Betonbett und den Klinkersteinen, lässt sich nicht direkt auf die Herstellung einer Klinker-Lehmbauwand übertragen.

Wir beabsichtigen, die Klinkersteine nicht mehr zu schneiden, sondern als Vollstein und somit verschnitt frei zu verwenden. Die Klinkersteine sollen mit Lehm verbunden werden, ggf. kann dabei auf Verfahren aus dem Lehmabau zurückgegriffen werden (<https://www.dachverband-lehm.de/lehmabau/einsatzbereiche>). Ggf. sind auch stabilitätsfördernde Elemente ähnlich einer Bewehrung oder eine Art Armierung (vgl. Aufbau von Lehmabauplatten) zu ergänzen. Um die mit Lehm gemörtelte Klinkerwand sicher an die Baustelle transportieren zu können, ist beabsichtigt, eine Tragkonstruktion aus Stahl (Bild 6) zu entwickeln die es ermöglicht die Klinker-Lehmbauwand sicher zu transportieren. Die Tragkonstruktion soll nach dem Transport entfernt und wiederverwendet werden. Um die industrielle Fertigung zu ermöglichen, beabsichtigen wir die Wand horizontal (Bild 7) auf einer schwenkbaren Ebene zu fertigen. Die Klinker sollen mit Abstandshaltern angeordnet werden, anschließend sollen die Zwischenräume mit Lehm ausgegossen werden. Nach der Trocknungsphase muss die Wand aufgerichtet werden. Hierfür ist ein schwenkbarer Arbeitstisch zu entwickeln. Für den Krantransport stehen die Transporthaken der Stahl-Tragkonstruktion zur Verfügung.

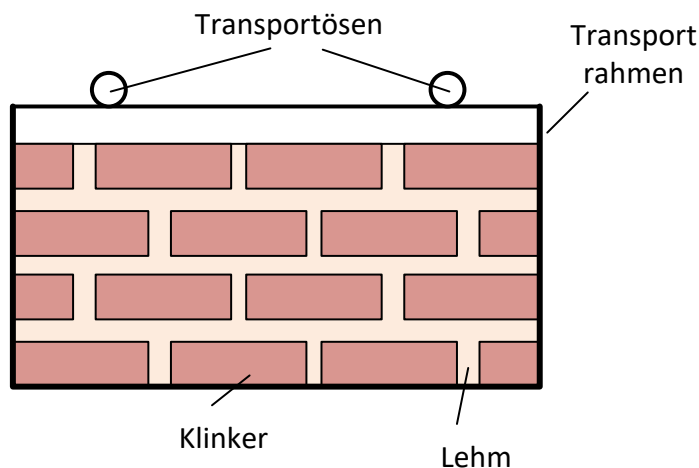


Bild 6: Klinker-Lehmbauwand mit Transporthilfe

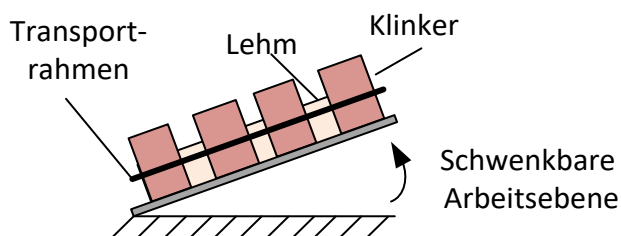




Bild 7: Schwenkbare Arbeitsebene

### 3.1.2. Lösungsweg, Realisierbarkeit

Beschreibung des Lösungsweges, besonders hinsichtlich der geplanten und im Arbeitsplan dargestellten Lösungsansätze. Erläuterung der einzelnen Arbeitspakete des Arbeitsplans. Dies sollte so technisch wie möglich gehalten werden, damit man die eigene Entwicklungsleistung des Unternehmens sowie den Ressourceneinsatz nachvollziehen und einschätzen kann. (min. ½ Seite)

<b>Arbeitspaket 1</b>	Anforderungsdefinition	
Start: 01.09.2022	Ende: 31.10.2022	Dauer: 2 Monate
<p>Zunächst werden in diesem Arbeitspaket die planerischen und technischen Voraussetzungen für den weiteren Verlauf geschaffen. Dies umfasst folgende Punkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführliche Recherche über den Lehm- und Klinker-Lehmbau</li> <li>• Überprüfung der DIN-Vorschriften, Richtlinien und Planung für die Zulassung der Klinker-Lehmbauwand</li> <li>• Recherche zu eventuellen Schutzrechten (Patent, Gebrauchsmuster)</li> <li>• Gespräche mit Architekten und Bauherren, um die Rahmenbedingungen abzustecken</li> <li>• Planung der Versuchsreihen: kleinere Vorversuche, um die Zusatzstoffe und Mischungsverhältnisse zu ermitteln</li> <li>• Planung des zusätzlichen Arbeitsprozesses und Ermittlung des Platzbedarfs</li> </ul> <p>Darauf aufbauend können die Anforderungen an das zu entwickelnde System präzisiert werden.</p>		

<b>Arbeitspaket 2</b>	Entwicklung der Klinker-Lehmbauwand	
Start: 01.11.2022	Ende: 28.02.2023	Dauer: 4 Monate
<p>Ausgehend von den vorher definierten Anforderungen werden umfangreiche Versuche durchgeführt, um den Aufbau der Klinker-Lehmbauwand und möglicher Transporthilfen zu testen. Hierbei sind beispielsweise folgende Fragen zu beantworten:</p> <p>Wie soll die industrielle Fertigung der Klinker-Lehmbauwand erfolgen?          Wie wird die horizontal gefertigte Wand aufgerichtet?          Wie lange muss der Lehm trocknen?          Wie kann die Trocknungszeit beeinflusst werden?          Wie stabil ist die Klinker-Lehmbauwand, sind ggf. stabilitätsfördernde Elemente ähnlich einer Bewehrung oder Armierung zu ergänzen?          Wie wird die Wand transportiert?          Wie lange wird für die Fertigung eines m<sup>2</sup> der Klinker-Lehmbauwand benötigt?          Welche Hilfswerkzeuge sind für die Fertigung notwendig?          Welche Kosten entstehen bei der Herstellung der Wand?</p>		

<b>Arbeitspaket 3</b>	Konstruktion, Fertigung und Langzeitversuche	
Start: 01.03.2023	Ende: 31.08.2023	Dauer: 6 Monate
<p>Basierend auf den Erkenntnissen aus dem Arbeitspaket 2 werden die Transporthilfe und ein seriennahes Muster der Klinker-Lehmbauwand konstruiert und die Fertigung geplant. Ein „Vormuster“ einer Klinker-Lehmbauwand soll hergestellt und Langzeitbelastungsversuche, z.B. durch Einbringung von Feuchtigkeit sollen durchgeführt werden. Diese ersten Versuche sollen im Unternehmen durchgeführt werden.</p> <p>Es sind die extremen Witterungsbedingungen wie:          - Starkregen (Dauerberieselung mit Wasser eines Musters der Klinker-Lehmbauwand)</p>		

- Überschwemmung (Eintauchen eines Musters der Klinker-Lehmbauwand)
- Sturm (Simulation, möglicherweise durch Sandstrahlen)
- Kälte und Frost (Einfrieren und Auftauen eines Musters der Klinker-Lehmbauwand) zu untersuchen und zu dokumentieren.

Arbeitspaket 4	Projektabschluss	
Start: 01.09.2023	Ende: 30.09.2023	Dauer: 1 Monate
<p>Es erfolgt die Analyse und Bewertung der Klinker-Lehmbauwand in Bezug auf deren bautechnische Eignung, die Energie- und CO<sub>2</sub>-Reduktion gegenüber der konventionellen Herstellung der Klinkerfassaden. Anschließend erfolgt die Projektbewertung im Hinblick auf die industrielle Umsetzung und Weiterentwicklung des neuen Produkts. Der Abschlussbericht wird erstellt.</p>		

### 3.1.3. Technisches und wirtschaftliches Entwicklungsrisiko

*Worin besteht das Entwicklungsrisiko in Ihrem Projekt?*

Da uns jegliche Erfahrung im Bereich der Fertigung von Lehmwänden fehlt, ist dies für uns ein überaus innovatives, aber auch sehr riskantes Projekt.

Wir werden im Rahmen des Projektes unsere ersten Erfahrungen mit Lehm als Baustoff machen. Daher wird es notwendig sein, umfangreichen Versuche durchzuführen. Zum einen müssen wir die richtigen Zusatzstoffe und Mengenverhältnisse ermitteln. Zum anderen stellen die Festigkeit der Klinker-Lehmwand und die Transportfähigkeit des Bauelements eine große technische Herausforderung dar. Unklar ist, ob ggf. stabilitätsfördernde Elemente ähnlich einer Bewehrung oder Armierung zu ergänzen sind.

Eine der größten Schwierigkeiten sehen wir darüber hinaus im Transport der fertiggestellten Klinker-Lehmwände. Um die hergestellten Klinker-Lehmwände sicher transportieren zu können, soll eine „Transporthilfe“ entwickelt werden. Sie muss sicherstellen, dass die Klinker-Lehmwand mithilfe eines Krans auf- und abgeladen und auf der Baustelle montiert werden kann. Ob die Transporthilfe dauerhaft in der Wand verbleibt oder nur zum Transport benötigt wird, lässt sich erst nach umfangreichen Versuchen während des Projekts entscheiden.

Im Augenblick wissen wir noch nicht, wie wir den Trocknungsprozess der Klinker-Lehmwand gestalten müssen. Es ist nicht abschätzbar, wie lange der Trocknungsprozess dauert oder wie wir ihn möglicherweise beeinflussen können.

Der gesamte Fertigungs- und Herstellungsprozess muss neu entwickelt werden. Wir stehen am Anfang einer großen Herausforderung, die von unseren Mitarbeitern eine hohe Flexibilität und Kreativität abverlangt. In einem solchen Prozess ist mit Rückschlägen und der daraus resultierenden Demotivation der Mitarbeiter zu rechnen.

Ein weiteres Risiko besteht in der Akzeptanz des Marktes. Bauherren und Architekten sind zurzeit bereit, ökologische Baustoffe einzusetzen. Diese ökologischen Baustoffe werden jedoch nur akzeptiert, wenn nachgewiesen werden kann, dass die Baustoffe auch in Langzeitversuchen, die über diesen Projektrahmen hinausgehen, Bestand haben. Wie langzeitstabil unter extremen Witterungsbedingungen (z.B. Starkregen und Sturm) die Klinker-Lehmwand ist, lässt sich im Augenblick nicht beantworten, sondern muss im Projektabschluss weiter erarbeitet werden.

Der Einsatz neuer Baustoffe wie Lehm stellt in Bezug auf die Festigkeit, Verarbeitungsfähigkeit, Verarbeitungsgeschwindigkeit und Transport ein sehr hohes technisches als auch wirtschaftliches Risiko für unser Unternehmen dar.

Wir sind jedoch sicher, dass es uns gelingen wird, einen neuen Weg in der Herstellung ökologischer Produkte einzuschlagen.

### 3.1.4. Darstellung der Marktfähigkeit, Angaben zum Wettbewerb und zur Markteinführung

*Beschreiben Sie den anvisierten Markt und Wettbewerber. Darüber hinaus stellen Sie bitte Ihr Vermarktungskonzept ggf. auch in Zusammenarbeit mit Dritten dar.*

Heute und auch in Zukunft wird die Umweltverträglichkeit der Materialien am Bau immer bedeutender. Im Rahmen von Gebäude-Zertifizierungen und Umweltfolgeabschätzungen in Bezug auf Gebäude spielt die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der verwendeten Baumaterialien eine entscheidende Rolle.

Die umweltschonende Herstellung und Langlebigkeit unserer Klinker-Lehm-Außenfassaden trägt zur Umweltverträglichkeit neuer Gebäude bei.

Das vorhandene Bewusstsein der Bauherren sowie der Architekten, ökologisch zu bauen, ermöglicht uns, mit dem Produkt der Klinker-Lehmbauwand ein neues Marktsegment zu erobern. Nicht nur bei der Herstellung von Lehmbauten ist unsere Klinker-Lehmbauwand eine hervorragende Alternative zur Fassadengestaltung auf ökologischer Basis. Die industriell hergestellte Klinker-Lehmbauwand ermöglicht den effizienten Einsatz ökologischer Baustoffe in allen Bereichen der Bauwirtschaft.

Unsere sehr guten Kontakte zu Architekten in Europa bieten uns eine hervorragende Plattform unser neues Produkt anbieten zu können. Die Herstellung von Gebäuden unter ökologischem Gesichtspunkt wird in Zukunft wesentlich an Bedeutung zunehmen. Wir sehen uns mit dem neuen Produkt gerüstet für einen ökologischen Wandel bei der Herstellung von Wohn- und Industriegebäuden.

## 4. QUERSCHNITTSTHEMEN

### 4.1. Gleichstellung

*Durch den Vorhabenträger und/oder das Vorhaben wird ein Beitrag zur Gleichstellung von Frauen und Männern erbracht.*

Für etwa 40% unserer Mitarbeiter besteht eine gleitende Arbeitszeit, damit ein familiengerechtes Arbeitszeitmodell entstehen kann.

In unserer Firma beschäftigen wir sowohl weibliche als auch männliche Mitarbeiter. Chancengleichheit und Nichtdiskriminierung werden selbstverständlich in unserem Unternehmen umgesetzt. Wir fördern alle Mitarbeiter, egal ob männlich oder weiblich, mit gleicher Messlatte. Auch bei unseren Auszubildenden wird in der Ausbildung bzw. Weiterbildung kein Unterschied gemacht.

### 4.2. Chancengleichheit und Nichtdiskriminierung

*Durch den Vorhabenträger und/oder das Vorhaben werden Beiträge zur Nichtdiskriminierung in Bezug auf Geschlecht, Rasse oder ethnischer Herkunft, Religion oder Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters oder der sexuellen Ausrichtung erbracht. Der Aspekt „Barrierefreiheit“ muss explizit genannt und mitbewertet werden. (max 1/3 Seite)*

Das Projekt berührt nicht unmittelbar Fragestellungen der Nichtdiskriminierung. In unserem Unternehmen ermöglichen wir allen Mitarbeitern – egal welcher Herkunft, Religion oder Weltanschauung, unabhängig von einer Behinderung, den Alter oder der sexuellen Ausrichtung - die Mitarbeit und Weiterentwicklung. Dabei stehen wir für Chancengleichheit und Nichtdiskriminierung ein. Unsere Fertigung und Büroräume sind ebenerdig und somit barrierefrei.

### 4.3. Ökologische Nachhaltigkeit

*Durch den Vorhabenträger und/oder das Vorhaben werden Beiträge zur Anpassung an den Klimawandel, Klimaschutz, nachhaltige Nutzung und Schutz von Wasser- und Meeresressourcen, Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft oder der Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung erbracht. (max 1/3 Seite)*

Bei der Herstellung der Klinker-Lehmbauwand wird kein energieintensiver Beton verwendet. Die CO<sub>2</sub>-Bilanz gegenüber der Herstellung der konventionellen Klinkerfassaden ist wesentlich geringer. Mit jedem eingesparten Kubikmeter Beton werden ca. **200 kg CO<sub>2</sub>** und **2.775 MJ** Energie eingespart. Wird die Energie durch das Verbrennen von Öl erzeugt, werden pro Kubikmeter 0,37 Barrel (1 Barrel = 159 Liter) Öl verbraucht. Man schätzt, dass weltweit 8% der Treibhausgasemissionen durch die Zementherstellung verursacht werden.

[https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF\\_Klimaschutz\\_in\\_der\\_Beton-und\\_Zementindustrie\\_WEB.pdf](https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF_Klimaschutz_in_der_Beton-und_Zementindustrie_WEB.pdf).

Zudem fällt beim Rückbau von Gebäuden eine große Menge nicht oder kaum oder nur mit großen Aufwendungen recyclingfähiger Abfälle an.

Durch den Einsatz von Lehm besteht zum einen die Möglichkeit, einen Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen zu leisten. Durch den Stoffkreislauf können die verwendeten Materialien zum anderen nach einem Abriss einfach recycelt und wiederverwendet werden. Das Recycling ist einfach und erfolgt durch Auflösen des Lehms mit Wasser und Reinigen der Klinker.

Der zur Herstellung benötigte Lehm kann in unmittelbarer Nähe zur Fertigungsstätte abgebaut werden. Lange Transportwege der Materialien können reduziert bzw. vermieden werden. Die Klinker-Lehmbauwand entspricht der für die Zukunft wichtigen Forderung nach ökologischer Nachhaltigkeit in Bezug auf den Energieeinsatz, die CO<sub>2</sub>-Bilanz und die Wiederverwendbarkeit im Sinne eines geschlossenen Wirtschafts- und Fertigungskreislaufs.

Beton besteht neben Zement und Bindemittel auch aus einem hohen Anteil an Kies und Sand. Der weltweite Bedarf an Bausand und Kies steigt enorm. Laut eines aktuellen UNO-Berichts werden durch die sehr hohe Nachfrage an Sand und Kies Küsten- und Flusslandschaften schwerwiegend beschädigt (<https://unepgrid.ch/en/activity/sand>). Dies hat zur Folge, dass es vermehrt zu Überschwemmungen, Dezimierung der Mangrovenwälder und Reduzierung der Lebensräume für Meerestiere kommt. Jeder eingesparte Kubikmeter Sand oder Kies mithilfe der Substitution durch z.B. Lehm trägt zu einer Reduzierung der Umweltschäden bei.

#### **4.4. Gute Arbeit**

*Durch den Vorhabenträger und/oder das Vorhaben wird ein Beitrag zu „Gute Arbeit“ erbracht.*

Wir sind nicht an Tarifverträge gebunden, orientieren uns aber an diesen, um eine gerechte Entlohnung zu gewährleisten. Weiterhin bieten wir unseren Mitarbeitern eine betriebliche Altersversorgung an, welche wir auch bezuschussen. Unsere Mitarbeiter erhalten in der Regel Urlaubs- und Weihnachtsgeld. Wir sind darauf bedacht, dass sich unsere Mitarbeiter in unserem Unternehmen wohlfühlen. Unsere Mitarbeiter sind uns wichtig nur durch ihren engagierten Einsatz sind wir in der Lage erfolgreich zu wirtschaften. Daher achten wir auf ein gutes Betriebsklima.

#### **5. Hinweis für Handwerksunternehmen**

*Es wird empfohlen, vor Erstellung der Projektskizze Kontakt zu der Innovationsberatungsstelle der für Sie zuständigen Handwerkskammer aufzunehmen.*

Das Projekt wird von der Handwerkskammer für Ostfriesland unterstützt.