



Fachhochschule Heilbronn
University of Applied Sciences
Mechatronik & Mikrosystemtechnik

3. Heilbronner
Konstruktionswettbewerb



Eier lernen fliegen

Projektdokumentation

von Team 3, MM1

André Kautzmann, Tobias Britsch, Sebastian
Hauschild, Sebastian Pathe, Matthias Dill, Harry Dyck

im Wintersemester 2002/03

Gliederung

	Seite
1. Aufgabenstellung	3
1.1. Anforderungsliste	4
2. Zerlegung in Funktionsblöcke und Analyse der Aufgabenstellung	5
2.1. Flug nach unten	5
2.2. Absorption der kinetischen Energie	5
2.3. Stoßsichere Lagerung des Hühnereies	5
2.4. Beförderung des Eies aus der Konstruktion	6
3. Lösungsideen	7
3.1. Flug nach unten	7
3.2. Absorption der kinetischen Energie	7
3.3. Stoßsichere Lagerung des Eies	8
3.4. Beförderung des Eies aus der Konstruktion	8
4. Lösungsfindung	9
4.1. 1. Modell	9
4.2. 2. Modell	9
5. Detaillierte Lösung	11
Zeichnungen	12
Stückliste	14

1. Aufgabenstellung

Ein rohes Hühnerei wird aus dem Fenster des Raums 511 der FH-Heilbronn auf eine Flugreise zur Erde geschickt. Es soll ein Fluggerät konstruiert werden, welches das Ei möglichst schnell, aber unversehrt zum Boden befördert. Um das Vordach zu überwinden ist eine Art Abschussrampe zulässig. Das Ei muss zum Schluss direkten Bodenkontakt haben.

Nicht zulässig sind:

- Konstruktionen, die irgendwie mit dem Boden oder dem Gebäude verbunden sind (Auffangvorrichtungen, Führungen)
- Manuelle Eingriffe in den Ablauf
- zusätzliche Beschleunigung nach unten
- kommerzielle Bausätze aller Art

1.1. Anforderungsliste

Anforderungen				F = Forderung W = Wunsch
F W	Nr.:	Bezeichnung	Werte, Daten, Erläuterungen	Verant- wortlich
	1	Funktion		
F	1.1	Rohes Hühnerei heil auf den Boden bringen	Höhe ca. 25 m	Team 3
F	1.2	Vordach überbrücken	ca. 3,5 m	Team 3
F	1.3	Ei muss Bodenberührung haben		Team 3
W	1.4	So schnell wie möglich	< 3 s	Team 3
	2	Geometrie		
F	2.1	Muss durch ein Fenster des Hörsaals 511 passen	< 800x800x2000 mm	Team 3
W	2.2	Sollte in einem PKW zu transportieren sein	< 600x600x2000 mm	Team 3
W	2.3	Masse	< 3,5 kg	Team 3
	3	Kinematik		
F	3.1	Keine Beschleunigung nach unten außer Erdbeschleunigung	$a_{\max} = g$	Team 3
W	3.2	Keine horizontale Beschleunigung		Team 3
	4	Kräfte		
F	4.1	Absorption der Aufschlagskraft	ca. 500 N	Team 3
	5	Fertigung		
W	5.1	Möglichst einfach		Team 3
	6	Transport		
W	6.1	PKW	< 600x600x2000 mm	Team 3
	7	Gebrauch		
F	7.1	Lebensdauer	> 20 Fallversuche	Team 3
	8	Kosten		
F	8.1	Materialkosten	< 50 €	Team 3
	9	Termine		
F	9.1	Entwicklung	10.12.2002	Team 3
F	9.2	Prototyp	16.12.2002	Team 3
F	9.3	Abschluss der Versuchsreihen und evtl. Weiterentwicklungen	31.12.2002	Team 3
F	9.4	Endgültiges Produkt	10.01.2003	Team 3
F	9.5	Tag der Vorführung	16.01.2003	Team 3

2. Zerlegung in Funktionsblöcke und Analyse der Aufgabenstellung

2.1. Flug nach unten

freier Fall

- + höchstmögliche Geschwindigkeit
- Stabilisation notwendig

gebremst durch Fallschirm oder Ähnliches

- + weniger kinetische Energie
- Abdriften
- seitenwindempfindlich
- Flugzeit verlängert sich

2.2. Absorption der kinetischen Energie

plastisch

- + kein Nachfedern
- einmalige Verwendung oder nach jedem Gebrauch
Aufarbeitung notwendig

elastisch

- + mehrfach verwendbar
- starkes Federn (Sprungeffekt)

2.3. Stoßsichere Lagerung des Hühnereies

Großflächige Kraftverteilung, Vermeidung von Punktlast durch:

Flüssigkeit

- + Dämpfung in alle Richtungen
- + relativ einfach realisierbar
- + sehr hohe Geschwindigkeiten erreichbar
- nach jedem Versuch neue Füllung nötig
- beim Aufprall hohe Drücke auf Gefäß
- schwer, hohe Aufprallenergie

Schaumstoff

- + gute Dämpfung
- Schaumstoff federt, dadurch Herausschleudern des Eies

Andere, der Eiform angepassten Halterung (z. B. aus PUR-Schaum)

- + nicht Federnd
- + geringe Masse
- geringe Toleranzen

2.4. Beförderung des Eies aus der Konstruktion

über Rampen

- kompliziert

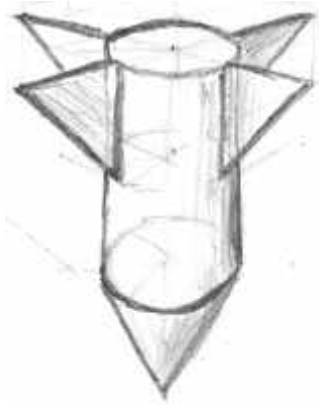
Änderung der Lage oder Ausrichtung der gesamten Konstruktion

- + einfach realisierbar
- Abhängigkeit von Bodenbeschaffenheit

3. Lösungsideen

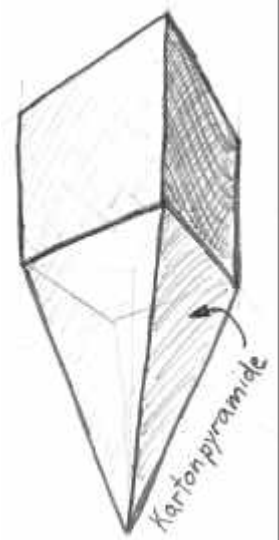
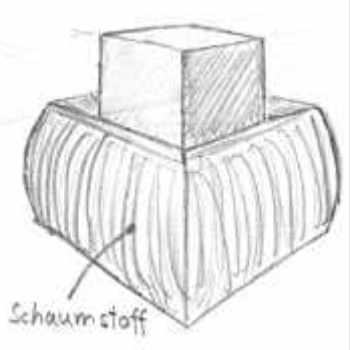
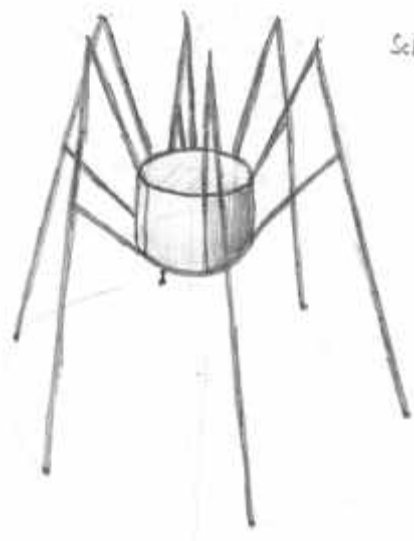
3.1. Flug nach unten

- ? beim gebremsten Flug, Fallschirm
- ? beim freien Fall, Stabilisatoren
- ? Kombination, also leicht gebremst und gut stabilisiert, Luftballon



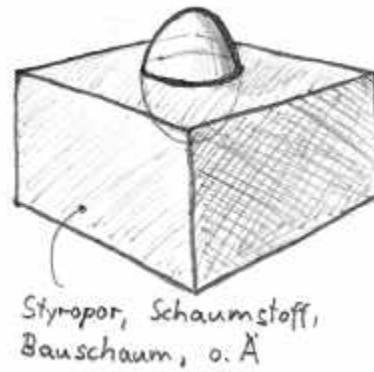
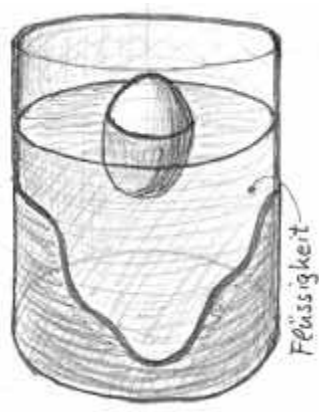
3.2. Absorption der kinetischen Energie

- ? Mit einer Art mechanischen Spinne, bei der die Beine nachgeben
- ? Schaumstoffklotz
- ? Karton



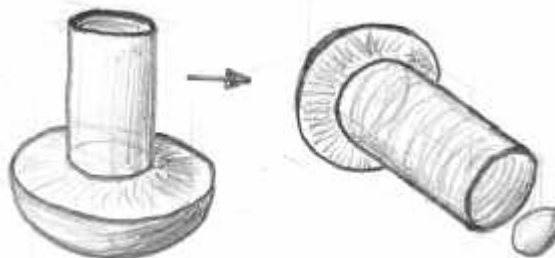
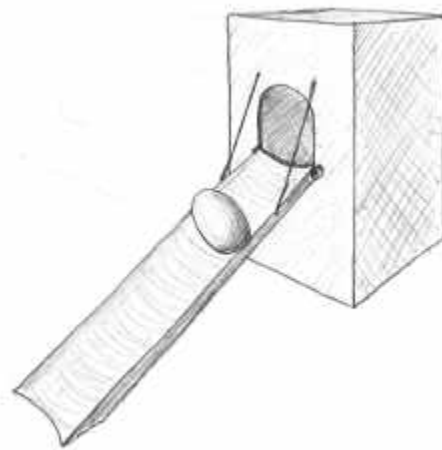
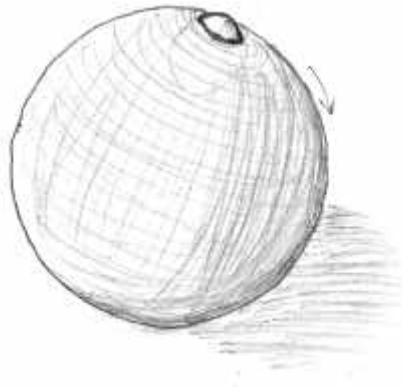
3.3. Stoßsichere Lagerung des Eies

- ? Behälter mit Flüssigkeit, z. B. Salzwasser
- ? Dem Ei angepasste Halterung (Schaumstoff, Styropor, PUR-Schaum)



3.4. Beförderung des Eies aus der Konstruktion

- ? Kugel, mit eingelassenem Ei: Schwerpunkt muss beim Ei liegen, Kugel rollt so, dass das Ei unten ist und den Boden berührt.
- ? Abrollen über Rampe
- ? Kippen der Konstruktion



4. Lösungsfindung

4.1. 1. Modell

- ? Lagerung des Eies in Salzwasser (Flüssigkeitsdichte größer als die des Eies), wegen gleichmäßiger Druckverteilung auf die Schale.
- ? Als Behälter wurde ein handelsübliches Abflussrohr HTEM DN 75 gewählt (billig und stabil).
- ? Beförderung des Eies aus der Konstruktion durch Umfallen derselbigen. So kann das Ei aus dem Rohr auf den Boden rollen.
- ? Ein Fallschirm gewährleistet die Stabilisation der Konstruktion während des Fluges und reduziert die Aufprallgeschwindigkeit.
- ? Ein Schaumstoffblock dämpft den Aufprall.

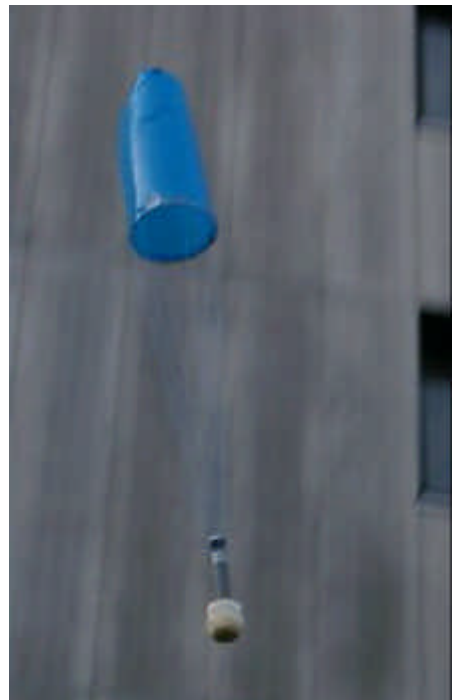
Durch die Analyse von Videoaufnahmen stellte sich heraus, dass das Ei die Konstruktion zu schnell und zu früh verlies und so zu Bruch ging. Die Ursache hierfür war ein starkes Wegspringen (-federn) der Konstruktion, bedingt durch das Salzwasser.

Nun wurde versucht, das Problem auf zwei verschiedene Arten zu lösen:

1. Verhinderung des Springens durch verschiedene Dämpfungsmaterialien
2. Vermeidung des Herausschleuderns des Eies durch verschiedene Dachkonstruktionen an der Rohröffnung.

Hierdurch konnten allerdings keine zufriedenstellenden Ergebnisse erzielt werden.

Des Weiteren wurde eine starke Windempfindlichkeit, bedingt durch den Fallschirm, festgestellt.



4.2. 2. Modell

- ? Lagerung des Eies in einer der Eiform angepassten Halterung aus PUR-Schaum.
- ? Als Behälter wurde ein handelsübliches Abflussrohr HTEM DN 75 gewählt (billig und stabil).



- ? Beförderung des Eies aus der Konstruktion durch Umfallen derselbigen. Außerdem wird ein evtl. Herausschleudern des Eies durch einen Deckel am oberen Ende des Rohrs verhindert. Eine exzentrische Befestigung des Rohrs auf einer Holzscheibe bewirkt, dass die Konstruktion auf dem Boden so zum Liegen kommt, dass das Ei aus dem Rohr durch eine seitliche Öffnung auf den Boden rollen kann.
- ? Drei Luftballons gewährleisten die Stabilisation der Konstruktion während des Fluges.
- ? Ein Schaumstoffblock dämpft den Aufprall. Dieser ist in einen genau passenden Kunststoffbeutel gehüllt, der ein Federn des Schaumstoffs verhindert.



Fazit:

Durch Verzicht auf das Wasser und den Einsatz des Kunststoffbeutels konnte ein Wegspringen vermieden und durch das Ersetzen des Fallschirms durch Luftballons die Windempfindlichkeit verringert werden.

Die Überwindung des Vordaches wurde jeweils durch eine ausladende Auslösevorrichtung gelöst.

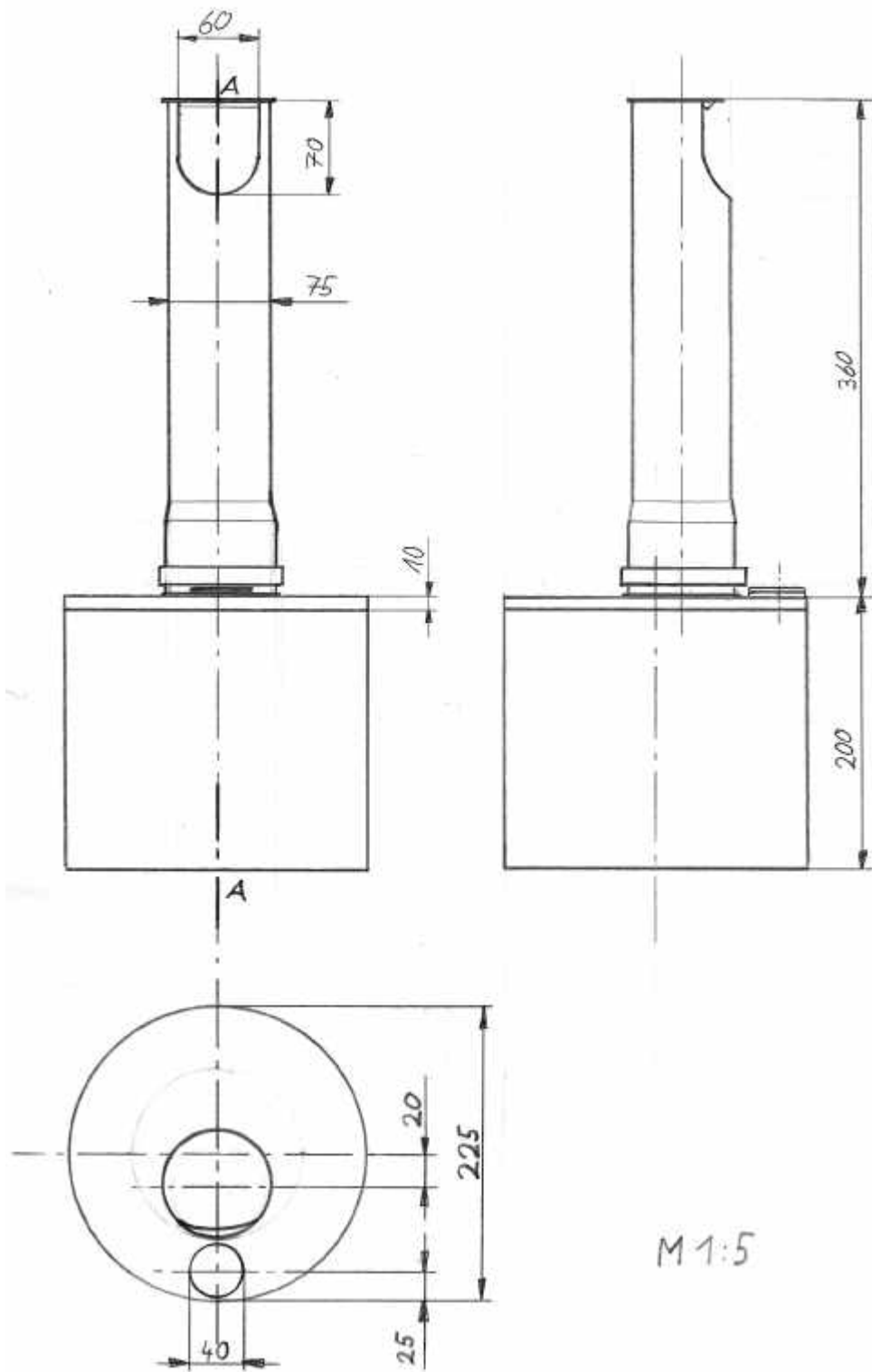
Zahlreiche Versuche zeigten eine nahezu 100%ige Erfolgsquote.

5. Detaillierte Lösung

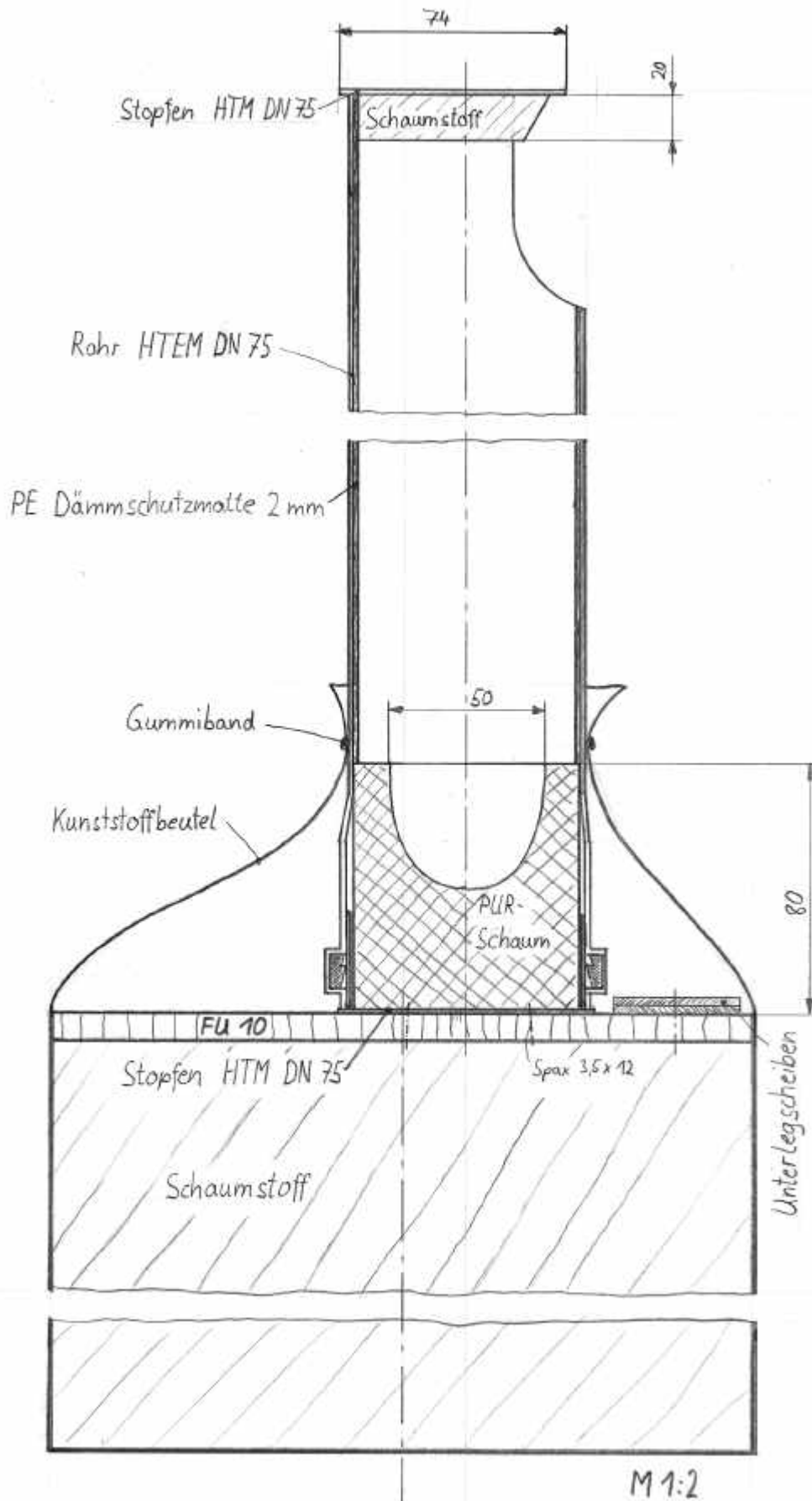
Das Rohr steckt in einem passenden Stopfen, welcher exzentrisch auf die Sperrholzscheibe geschraubt ist. In diesen Stopfen ist die Eierhalterung aus PUR-Schaum (Bauschaum) geklebt, die vorher mit Hilfe einer Schablone und eines Eies geschäumt wurde. Unten an die Sperrholzplatte ist der Schaumstoffzylinder geklebt, der zur Dämpfung dient. Dieser wird von einem, vom Durchmesser her, genau passenden Kunststoffbeutel umhüllt, der oben mit einem Gummiband um das Rohr fixiert ist. Der Beutel verhindert ein Wegfedern nach dem Aufprall, indem die Luft im Schaumstoff zwar schnell entweichen, aber nur langsam wieder einströmen kann. Am oberen Ende des Rohrs wurde ebenfalls ein Stopfen mit etwas Klebeband befestigt, der als Deckel fungiert und mit etwas Schaumstoff gepolstert ist. Die Öffnung ist gerade so groß, dass das Ei hindurch passt. Das Rohr ist innen mit einer PE-Dämmschutzmatte (wird normalerweise als Trittschalldämmung unter Fertigparkett verwendet) gepolstert. Die Rohröffnung muss in Richtung des kleinsten Abstands zeigen, wo außerdem noch zwei Unterlegscheiben als Gewichte auf das Sperrholz geschraubt sind, um eine entsprechende Ausrichtung der Konstruktion zu gewährleisten und eine Bodenberührung des Eies zu garantieren. Schließlich hängen noch drei Luftballons am oberen Ende der Konstruktion, um diese während des Fluges zu stabilisieren.

Die Materialien zum Bau dieses „Fluggeräts“ sind in jedem gut sortierten Baumarkt erhältlich.

Die Materialkosten belaufen sich auf ca. 17 €



A-A



Stückliste

	Stückzahl	Bezeichnung	Maße [mm]
Fluggerät	1	Abwasserrohr HTM DN 75	Länge 300
	2	Verschlussstopfen HTM DN 75	
	1	Sperrholz FU 10	Ø 225
	1	Schaumstoff	Ø 225, Länge 200
	1	PE-Dämmschutzmatte	300 x 230, Dicke 2
	1	PUR-Schaum	300 cm ²
	1	Kunststoffgefrierbeutel	Ø 225, Länge 400
	2	Unterlegscheiben	Ø 45
	3	Luftballons	
	1	Gummiring	Ø 70
	3	Spax	3,5 x 12
	1	Rolle faserverstärktes Klebeband	
Auslösevorrichtung	2	Schnur	ca. 6500
	3	Abwasserrohr HTM DN 75	Länge 2000
	1	Holzlatte	450 x 40 x 20
	1	Metallwinkel, verzinkt	100 x 100
	2	Rohrklemmen	Ø 80