

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	3	3.1.4	Auswertungen und Empfehlungen ...	25
Verzeichnis der Abbildungen .....	5		<b>Analysis Test 1 .....</b>	<b>25</b>
Verzeichnis der Darstellungen .....	7	3.2	Test 2 - Perforationsfestigkeit .....	26
Literaturverzeichnis .....	8	3.2.1	Testbeschreibung .....	26
<b>Vorwort</b> von Prof. Dr.-Ing. Rainer Oswald, Aachen ...	9	3.2.2	Testbewertung .....	26
		3.2.3	Einzelergbnisse .....	26
		3.2.4	Auswertungen und Empfehlungen ...	27
			<b>Analysis Test 2 .....</b>	<b>27</b>
<b>Kapitel I</b>		3.3	Test 3 - Zigaretteglut .....	28
<b>Einleitung</b>		3.3.1	Testbeschreibung .....	28
		3.3.2	Testbewertung .....	28
1.1 Polymere Abdichtungen .....	11	3.3.3	Einzelergbnisse .....	28
1.1.1 Eigenschaftsvergleich .....	11	3.3.4	Auswertungen und Empfehlungen ..	29
1.1.2 Werkstoffprüfungen .....	11		<b>Analysis Test 3 .....</b>	<b>29</b>
1.1.3 Rezepturänderungen .....	11	3.4	Test 4 - Hartlöt-Tropfen .....	30
1.1.4 Europäische Normung .....	13	3.4.1	Testbeschreibung .....	30
1.1.5 Anforderungsprofile .....	13	3.4.2	Testbewertung .....	30
Sponsoren des Forschungsvorhabens .....	14	3.4.3	Einzelergbnisse .....	30
		3.4.4	Auswertungen und Empfehlungen ...	31
			<b>Analysis Test 4 .....</b>	<b>31</b>
<b>Kapitel II</b>		3.5	Test 5 - Thermische Alterung .....	32
<b>Forschungsvorhaben 2008</b>		3.5.1	Testbeschreibung .....	32
		3.5.2	Einzelergbnisse Gewichtsverlust ..	32
2.1 Vergleichende Materialprüfungen .....	15	3.5.3	Auswertungen und Empfehlungen ...	33
2.1.1 Praxisorientierte Tests .....	15		<b>Analysis Test 5 .....</b>	<b>33</b>
2.2 Forschungsvorhaben 2008 .....	15	3.5.4	Testbewertung .....	34
2.2.1 Repräsentative Marktübersicht .....	15	3.5.5	Einzelergbnisse Zugprüfung .....	34
2.2.2 Produktvielfalt .....	17	3.5.6	Auswertungen und Empfehlungen ...	35
2.2.2.1 Kennzeichnung von Kunststoff- und Elastomerbahnen .....	17	3.5.7	Auswertung beider Kriterien .....	35
2.2.2.1.1 Dicke .....	17	3.6	Test 6 - Hydrolysebeständigkeit .....	36
2.2.2.1.2 Flächenbezogene Masse ....	17	3.5.1	Testbeschreibung .....	36
2.2.2.2 Kennzeichnung von Bitumen- bahnen .....	19	3.6.2	Einzelergbnisse Gewichtsverlust ..	36
2.2.2.2.1 Definitionen .....	19	3.6.3	Auswertungen und Empfehlungen ...	37
2.2.2.2.2 Flächenbezogene Masse ....	19		<b>Analysis Test 6 .....</b>	<b>37</b>
2.2.2.2.3 Oberflächen .....	19	3.6.4	Testbewertung .....	38
2.2.2.3 Schichtdicken bei Flüssigabdichtungen .....	19	3.6.5	Einzelergbnisse Zugprüfung .....	38
2.3 Eingangsprüfungen .....	21	3.6.6	Auswertungen .....	39
2.3.1 Bestimmung der Dicke .....	21	3.6.7	Auswertung beide Kriterien .....	39
2.3.2 Bestimmung des Flächengewichtes.	21	3.7	Test 7 - Warmwasserlagerung .....	40
2.3.3 Ergebnisse der Eingangsprüfungen	21	3.7.1	Testbeschreibung .....	40
2.3.3.1 Interpretation und Schlussfolgerung .....	21	3.7.2	Testbewertung .....	40
		3.7.3	Einzelergbnisse .....	40
		3.7.4	Auswertungen und Empfehlungen ...	41
			<b>Analysis Test 7 .....</b>	<b>41</b>
<b>Kapitel III</b>		3.8	Test 8 - Lagerung in Kalkmilch .....	42
<b>Praxistests</b>		3.8.1	Testbeschreibung .....	42
		3.8.2	Testbewertung .....	42
3.1 Test1 - Flexibilität .....	24	3.8.3	Einzelergbnisse .....	42
3.1.1 Testbeschreibung .....	24	3.8.4	Auswertungen und Empfehlungen ...	43
3.1.2 Testbewertung .....	24		<b>Analysis Test 8 .....</b>	<b>43</b>
3.1.3 Einzelergbnisse .....	24	3.9	Test 9 - Lagerung in Schwefelsäurelösung ..	44
		3.9.1	Testbeschreibung .....	44
		3.9.2	Testbewertung .....	44
		3.9.3	Einzelergbnisse .....	44

3.9.4	Auswertungen und Empfehlungen ...	45	4.2.1	Durchwurzelungsschutzmittel .....	67
	<b>Analysis Test 9</b> .....	<b>45</b>	4.2.2	Versuchsanordnung .....	67
3.10	Test 10 - Einwirkung von Fett .....	46	4.2.3	Test 1 - Prüfkörper im Labor .....	68
3.10.1	Testbeschreibung .....	46	4.2.3.1	Auswaschung der	
3.10.2	Testbewertung .....	46		Schutzmittel im Vergleich ...	68
3.10.3	Einzelergebnisse .....	46	4.2.3.2	Gesamtrezeptur beeinflusst	
3.10.4	Auswertungen und Empfehlungen....	47		Auswaschung .....	68
	<b>Analysis Test 10</b> .....	<b>47</b>	4.2.3.3	Und was ist mit dem Abbau-	
3.11	Test 11 - Kältebruch .....	48		produkt .....	68
3.11.1	Testbeschreibung .....	48	4.2.3.4	Einfluss der Alterung .....	69
3.11.2	Testbewertung .....	48	4.2.4	Test 2 - Praxisnahe Kiesdächer .....	69
3.11.3	Einzelergebnisse .....	48	4.2.4.1	Auswaschung via	
3.11.4	Auswertungen und Empfehlungen ...	49		Dachwasser .....	69
	<b>Analysis Test 11</b> .....	<b>49</b>	4.2.4.2	Vergleich Test 1 - Test 2 .....	71
3.12	Test 12 - Kältekontraktion .....	50	4.2.4.3	Gegenwart und Zukunft .....	71
3.12.1	Testbeschreibung .....	50		<b>Summary elution</b> .....	<b>71</b>
3.12.2	Testbewertung .....	50	4.3	Auswaschung von Kunststoff- und	
3.12.3	Einzelergebnisse .....	50		Elastomerbahnen .....	72
3.12.4	Auswertungen und Empfehlungen....	51	4.3.1	SIA-Produktedeklaration .....	72
	<b>Analysis Test 12</b> .....	<b>51</b>	4.3.2	Hersteller von Additiven .....	73
3.13	Test 13 - Mikroorganismen .....	52	4.3.3	Laufende Untersuchungen .....	73
3.13.1	Testbeschreibung .....	52	4.3.4	Folgerungen für Dichtungsbahnen ..	73
3.13.2	Testbewertung .....	52			
3.13.3	Einzelergebnisse .....	52			
3.13.4	Auswertungen und Empfehlungen ...	53			
	<b>Analysis Test 13</b> .....	<b>53</b>			
3.14	Test 14 - Fischttest .....	54			
3.14.1	Testbeschreibung .....	54			
3.14.2	Testbewertung .....	54			
3.14.3	Einzelergebnisse .....	54			
3.14.4	Auswertungen und Empfehlungen ...	55			
	<b>Analysis Test 14</b> .....	<b>55</b>			
3.14.5	Umweltfreundliche Produkte .....	56			
3.14.6	Fazit .....	56			
3.15	Ergänzende Tests (M.Jauch) .....	57			
	<b>Plant germination</b> .....	<b>57</b>			
3.15.1	Alternative zum Fischttest? .....	57			
3.15.2	Keimtest mit Kresse .....	59			
3.15.2.1	Versuchsbeschreibung.....	59			
3.15.2.2	Ergebnisse .....	59			
3.15.3	Keimtest mit Gerste .....	61			
3.15.3.1	Versuchsbeschreibung.....	61			
3.15.3.2	Ergebnisse .....	61			
3.15.4	Zusammenfassung .....	63			
	<b>Summary plant germination</b> .....	<b>63</b>			
<b>Kapitel IV</b>					
Untersuchungen Dr. M. Burkhardt / EAWAG					
4.1	Inhaltsstoffe von Abdichtungen .....	65			
	<b>Ingredients of sealings</b> .....	<b>65</b>			
4.2	Auswaschung aus Polymerbitumenbahnen ..	67			
<b>Kapitel V</b>					
Auswertungen der Praxistests					
5.1	Eigenschaftsschwankungen .....	75			
	<b>- Quality fluctuations</b>				
5.1.1	Werkstoffgruppe ECB .....	76			
	<b>- Material group ECB</b>				
5.1.2	Werkstoffgruppe EPDM .....	77			
	<b>- Material group EPDM</b>				
5.1.3	Verschiedene (EVA, PIB, PEC) .....	78			
	<b>- Miscellaneous (EVA, PIB, PEC)</b>				
5.1.4	Polymerbitumenbahnen .....	79			
	<b>- Polymerbitumen sheets</b>				
5.1.5	Werkstoffgruppe PVC .....	80			
	<b>- Material group PVC</b>				
5.1.6	Werkstoffgruppe TPO .....	81			
	<b>- Material group TPO</b>				
5.1.7	Flüssigabdichtungen .....	82			
	<b>- Liquid applied roof water proofing kits</b>				
5.2	Vergleiche / <b>Comparisons</b> .....	83			
5.2.1	Materialdicken .....	84			
	<b>- Material thickness</b>				
5.2.2	Dünne Bahnen .....	85			
	<b>- Thin sheets</b>				
5.2.3	Verschiedene Materialqualitäten .....	86			
	<b>- Different material qualities</b>				
5.2.4	Materialqualität auf hohem Niveau ..	87			
	<b>- Material quality on high level</b>				
5.2.5	Bitumen / ECB .....	88			

# Tabellen, Abbildungen und Darstellungen

5.2.6	- Bitumen / ECB ECB / PVC / TPO .....	89
5.2.7	- ECB / PVC / TPO Neue Bahnengeneration .....	90
5.2.8	- New generation of sheets Neue Flüssigabdichtungen .....	91
5.2.9	- New generation of liquid applied roof water proofing kits Die sechs besten Produkte .....	92
5.3	- The six best products Erkenntnisse .....	93
	- Cognitions	
5.3.1	Dickendiskussion .....	93
5.3.2	Bahnen mit Bitumen .....	93
5.4	Tendenzen/Entwicklungen .....	97
	- General view	
5.4.1	Werkstoffbezogene Entwicklung .....	97
5.4.2	Resümee .....	97

## Kapitel VI Formulare

6.1	Anforderungsprofile für Abdichtungen .....	99
	- Requirements for sealings	
6.1.1	Leitfabrikate sind keine Lösung .....	99
6.1.2	Technische Eigenschaften .....	101
6.1.2.1	Widerstand gegen Hagelschlag .....	101
6.1.2.2	Verhalten gegen Ozon .....	101
6.1.2.3	Beanspruchung durch UV-Strahlung .....	101
6.1.2.4	Gradheit und Planlage .....	101
6.1.2.5	Verschweißbarkeit .....	101
6.2	Anwendung des Anforderungsprofils .....	103
6.2.1	Bewertung des Planers .....	103
6.2.2	Qualitätsdefinitionen .....	103
6.3	Lebensdauer .....	105
6.3.1	Praxisbeispiele .....	105
6.3.1.1	Erkenntnisse .....	105
6.3.1.2	Prognosen .....	105
	Anforderungsprofil für Abdichtungen (d) .....	107
	- Recommended requirements for all roofing and sealing sheets .....	108
	Anforderungsprofil für Flüssigabdichtungen (deutsch) .....	109
	- Recommended requirements for liquid applied roof waterproofing kits .....	110
6.4	Nahtfüging bei Kunststoffbahnen.....	111
6.4.1	Stand der Technik .....	111
6.4.2	Qualitätssicherung bei der Nahtfüging .....	111

## Kapitel VI Übersichtstabellen

	Zusammenfassung aller Testergebnisse nach Werkstoffgruppen .....	114
7.1	Übersichtstabellen mit Einzelbewertungen . - All test results with assessments ECB, EPDM und Polymerbitumen .....	116
	- ECB, EPDM and polymerbitumen	
	PVC und Verschiedene .....	118
	- PVC and miscellaneous	
	TPO und Flüssigabdichtungen .....	120
	- TPO and liquid applied roof waterproofing kits	
7.2	Herstellerübersicht .....	122
	- Overview producer	
7.3	Empfehlenswerte Produkte (ohne Zustimmung zur Veröffentlichung) ....	123
7.4	Empfehlenswerte Produkte (mit Zustimmung zur Veröffentlichung) .....	123
	- Recommendable products	

	Aktuelle Ausgaben der Fachbuchreihe Dachabdichtung Dachbegrünung .....	124
--	---	-----

## Abbildungen

Abbildungen: 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 25,  
26, 27, W. Ernst

Abbildungen: 01,02, 13a, 13b, 14a, 14b, 15, 16a, 16b,  
17, 18, 19, 20, 21, 22, M. Jauch

Abbildungen: 23, 24, M. Burkhardt

Abbildungen: 28, 30, W. Spaniol

Abbildungen: 29, Leister Process Technologies



Abbildung 01:

Prüfung Beständigkeit gegen Mikroorganismen.  
Töpfe mit mikrobakteriell aktivem Substrat.



Abbildung 02:

Fischtest im Klimaraum.



Abbildung 03:

Proben mit Fett.

# Verzeichnis der Darstellungen

## Darstellungen / Diagrams

Darstellung 01	Polymere Abdichtungen ..... 10 - Polymer sealings	Darstellung 21	Konzentration von Mecoprop ..... 70 - Concentration of Mecoprop
Darstellung 02	Ergebnisse Flexibilität ..... 25 - Results flexibility	Darstellung 22	Konzentrationsverlauf Mecoprop ..... 70 - Laps in concentration
Darstellung 03	Ergebnisse Nagelperforation ..... 27 - Results puncture resistance	Darstellung 23	Ausgewaschene Menge MCPP ..... 70 - Elution quantity of MCPP
Darstellung 04	Ergebnisse Zigarettenglut ..... 29 - Results action on cigarette heat	Darstellung 24	Werkstoffgruppe ECB ..... 76 - Materialgroup ECB
Darstellung 05	Ergebnisse Hartlötropfen ..... 31 - Results resistance against brazing beads	Darstellung 25	Werkstoffgruppe EPDM ..... 77 - Materialgroup EPDM
Darstellung 06	Ergebnisse Gewichtsverlust Thermische Alterung ..... 33 - Thermal aging - loss of weight	Darstellung 26	Werkstoffgruppe Verschiedene ..... 78 - Materialgroup Miscellaneous
Darstellung 07	Ergebnisse Zugprüfung Thermische Alterung ..... 35 - Thermal aging - tensile test	Darstellung 27	Polymerbitumenbahnen ..... 79 - Polymerbitumen sheets
Darstellung 08	Ergebnisse Gewichtsverlust Hydrolysebeständigkeit ..... 37 - Hydrolytic - loss of weight	Darstellung 28	Werkstoffgruppe PVC ..... 80 - Materialgroup PVC
Darstellung 09	Ergebnisse Zugprüfung Hydrolysebeständigkeit ..... 39 - Hydrolytic - tensile test	Darstellung 29	Werkstoffgruppe TPO/FPO ..... 81 - Materialgroup TPO/FPO
Darstellung 10	Ergebnisse Lagerung in Warmwasser..... 41 - Results storage in hot water	Darstellung 30	Flüssigabdichtungen ..... 82 - liquid applied roof waterproofing kits
Darstellung 11	Ergebnisse Lagerung in Kalkmilch..... 43 - Results storage in limewash	Darstellung 31	Materialdicken ..... 84 - Material thickness
Darstellung 12	Ergebnisse Lagerung in Säurelösung ..... 45 - Results storage in sulfuric acid solution	Darstellung 32	Dünne Bahnen ..... 85 - Thin sheets
Darstellung 13	Ergebnisse Fetteinwirkung ..... 47 - Results behavior after coating with grease	Darstellung 33	Verschiedene Materialqualität ..... 86 - Miscellaneous material quality
Darstellung 14	Ergebnisse Kältebruch ..... 49 - Results low temperature folding	Darstellung 34	Materialqualität auf hohem Niveau .. 87 - Material quality on high level
Darstellung 15	Ergebnisse Kältekontraktion ..... 51 - Results cold contraction	Darstellung 35	Bitumen / ECB ..... 88 - Bitumen / ECB
Darstellung 16	Ergebnisse Beständigkeit gegen Mikroorganismen ..... 53 - Results behavior against microorganisms	Darstellung 36	Mittelwerte ECB, PVC, TPO ..... 89 - Mean value of ECB, PVC, TPO
Darstellung 17	Ergebnisse Fischtest ..... 55 - Results fish test	Darstellung 37	Neue Bahnengeneration ..... 90 - New generation of sheets
Darstellung 18	Ergebnisse Bonitur Kresse ..... 59 - Results rating Lepidium	Darstellung 38	Neue Flüssigabdichtungen ..... 91 - New liquid applied roof waterproofing kits
Darstellung 19	Ergebnisse Bonitur Gerste ..... 61 - Results rating Hordeum	Darstellung 39	Die sechs besten Produkte ..... 92 - the six best products
Darstellung 20	Auswaschung von Mecoprop ..... 70 - Elution of Mecoprop	Darstellung 40	Alle Proben im Vergleich ..... 94 - All products in comparison
		Darstellung 41	Mindestanforderungen ..... 102 - Minimum standards
		Darstellung 42	Praxiseinsatz, Lebensdauer ..... 104 - Comparison test results-durability
		Darstellung 43	Gesamtübersicht Mittelwerte nach Testergebnissen ..... 114 - Test overview mean value
		Darstellung 44	Gesamtübersicht Mittelwerte nach Werkstoffgruppen ..... 114 - Material group overview mean value

## Literaturverzeichnis

- Balsiger, C., Niederhauser, P., Jäggi, O., Meier, W., 2007. Gewässerbelastung durch Pestizide. GWA Gas, Wasser, Abwasser 3, 177-185.
- Bucheli, T.D., 1997. Occurrence and behavior of pesticides during storm water infiltration, Dissertation ETH Zürich, Zürich.
- Burkhardt, M., Kupper, T., Hean, S., Haag, R., Schmid, P., Kohler, M., Boller, M., 2007. Biocides used in building materials and their leaching behavior to sewer systems. Water Science & Technology 56(12), 63-67.
- CDC Corporate Development Consultants, Bristol, England, "Single ply roofing membranes and insulation" Report 2005,
- ddD (2008), ddD-Informationsjournal Ausgabe 20, Mitgliederinformation der Europäischen Vereinigung dauerhaft dichtes Dach - ddD e.V., Eigenverlag, Pullach
- DIN EN 1849-1, Abdichtungsbahnen - Bestimmung der Dicke und flächenbezogenen Masse - Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen; Deutsche Fassung EN 1849-1:1999, Beuth Verlag, Berlin.
- DIN EN 1849-2, Abdichtungsbahnen - Bestimmung der Dicke und der flächenbezogenen Masse - Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen; Deutsche Fassung EN 1849-2:2001, Beuth Verlag, Berlin.
- DIN EN 13956, Abdichtungsbahnen - Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtung - Definitionen und Merkmale, (2007), Beuth Verlag, Berlin.
- DIN EN 13 707, Abdichtungsbahnen - Bitumenbahnen mit Trägereinlage für Dachabdichtungen - Definitionen und Eigenschaften; Deutsche Fassung EN 13707:2004 + A1:2006, Beuth Verlag, Berlin.
- EAWAG (2008), Burkhardt, M. Dr., u.a. Forschungsbericht: Mecoprop in Bitumenbahnen, Auswaschung von Mecoprop aus Bitumenbahnen und Vorkommen im Regenkanal, Eigenverlag, Dübendorf.
- EAWAG (2009), Burkhardt, M. Dr., u.a. Forschungsbericht: Biozide und Additive in Gebäudehüllen: Auswaschung und Eintrag in die Gewässer (URBIC), Teilprojekt Kunststoffdachbahnen (PROOF), Eigenverlag, Dübendorf.
- ERNST, W. (1992), Fachbuchreihe Dachabdichtung Dachbegrünung, Band 1: Praxisorientierte Grundlagen für die Flachdachzukunft, Kleffmann Verlag, Bochum.
- ERNST, W. (1999), LIESECKE, H.J., Fachbuchreihe Dachabdichtung Dachbegrünung, Band 2: Praxisorientierte Grundlagen für die Flachdachzukunft, Eigenverlag, Pullach.
- ERNST, W. (2004), Fachbuchreihe Dachabdichtung Dachbegrünung, Sonderband ABDICHTUNG -über 100 Bahnen und Beschichtungen im direkten Qualitätsvergleich, Eigenverlag, Pullach.
- ERNST, W. (2005), Fachbuchreihe Dachabdichtung Dachbegrünung, Band 5: PROBLEME - Grundlagen, Ursachen, Erkenntnisse, Eigenverlag, Pullach.
- Gerecke, A., Müller, S., Singer, H., Schärer, M., Schwarzenbach, R.P., Sägesser, M., Ochsenbein, U., Popow, P., 2001. Pestizide in Oberflächengewässern. Einträge via ARA: Bestandsaufnahme und Reduktionsmöglichkeiten. GWA Gas, Wasser, Abwasser 81, 173-181.
- IRB (2007), Schäden an Dächern - Ursachen, Bewertung und Sanierung, 42. Bausachverständigentag im Rahmen der Frankfurter Bautage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.
- Kupper, T., Plagellat, C., Brändli, R.C., de Alencastro, L.F., Grandjean, D., Tarradellas, J., 2006. Fate and removal of polycyclic musks, UV filters and biocides during wastewater treatment. Water Research 40(14), 2603-2612.
- OSWALD, R., (2005): Herg.: Flachdächer, Neue Regelwerke - Neue Probleme, Aachener Bausachverständigentage 2005, Vieweg Verlag, Wiesbaden.
- OSWALD, R., (2007), Zuverlässigkeit von Kunststoff- und Elastomerbahnen, AIBau, Abschlussbericht 2007, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.
- REACH-Verordnung (2007), Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe
- SIA 271 - Abdichtungen von Hochbauten (2007), Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, Schweiz.
- SIA 493 - Deklaration ökologischer Merkmale von Bauprodukten (1997), Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, Schweiz.
- VSA Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, 2002. Regenwasserentsorgung - Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten. Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, Zürich.