Wolfgang Ernst, Peter Fischer Martin Jauch, Hans-Joachim Liesecke

Dachabdichtung - Dachbegrünung

Grundlagen und Erkenntnisse zur Konstruktion, Abdichtung und extensiven Dachbegrünung

Teil III

Inhaltsverzeichnis

	er Ausgabeonen	
Kapit		12
•	Nachhaltige Beurteilungen	19
 1.1	Ein umweltpolitisches Projekt	10
	Wolfgang Ernst	14
1.1.1	Nachhaltigkeitsgrundsatz	
1.1.1.1	Leitfaden Nachhaltiges Bauen	
1.1.1.2	Planungshilfe Umweltschutz	14
1.1.1.3	Ökologisches Bauen – Merkblätter	14
1.1.2	Konkrete Umsetzung	15
1.1.2.1	Ein positives Beispiel	15
1.1.2.1.	1 Beurteilungskriterien	15
1.1.2.1.		
1.1.3	Koordinierte Datensammlung	15
1.1.4	Ausblick	17
	Summary - Enduring evaluation	17
1.2	Ansätze für Bauteilbewertungen Wolfgang Ernst	. 18
1.2.1	Bearbeitungswerkzeuge	
1.2.1.1	SIA Dokumentation D 0123	
1.2.1.2	Ökologischer Bauteilkatalog (BTK)	
1.2.1.3	Regelbeispiele ⁻	
1.2.2	Berechnungsbeispiele	
1.2.2.ๆ	Regelbeispiele Tiefgaragendecke	
1.2.2.2	Regelbeispiele Warmdach auf Stahlbetondecke	
1.2.2.3	Regelbeispiele Warmdach auf Holzkonstruktion	23
1.2.2.4	Regelbeispiele Kaltdach mit Holzkonstruktion	
1.2.3	Ergebnis der Auswertung	
1.2.4	Zusammenfassende Erkenntnisse	26
1.2.5	Nachhaltige Forderung	. 26
	Summary – Valuation for construction components	27
	Begriffe, Erläuterungen	
Kapit	tel II Abdichtungen	
2	Auswahlkriterien	. 29
2.1	Die richtige Abdichtung Wolfgang Ernst	30
2.1.1	Verbraucherverbände	
2.1.2	Ganzheitliche Betrachtung	
2.1.2.1	Zum Beispiel: Zink	

2.1.2.2	Zum Beispiel: Preventol/Mecopop	32
2.1.3	Zusammenfassende Erkenntnisse	32
	Summary – The right roofing sheet	32
2.2	Anforderungsprofil für alle Abdichtungen Wolfgang Ernst	34
2.2.1	Verarbeitungsrelevante Werte	
2.2.2	Alterungsrelevante Werte	
2.2.3	Die neuen Tests	
2.2.4	Ergänzende Nachweise	
2.2.4.1	Durchwurzelungsfestigkeit	
2.2.4.2	Deklaration ökologischer Merkmale	
2.2.5	Zusammenfassung	
	Summary – Recommended requirements	
2.3	Bahnen mit Werten nach Anforderungsprofil	
	Wolfgang Ernst	
2.3.1	Anforderungsprofil 1992	
2.3.2	Fortschreibung 1999	
2.3.3	Anwendung der Tabellen	
2.3.4	Zusammenfassende Erkenntnisse	
	Summary – Requirements for all roofing sheets	45
Kapit	el III Extensive Dachbegrünung	
3 : 1	Nachhaltige Bauweise mit Zukunft	47
3.1	Forschung und Entwicklung der Extensivbegrünung im Rückblick Wolfgang Ernst	48
3.1.1	Vor 22 Jahren	
3.1.2	Erste gesicherte Erkenntnisse	
3.1.3	Schwerpunkt Extensivbegrünung	
3.1.4	Öffentliches Interesse	
3.1.5	Von den Grundsätzen zur Richtlinie	
3.1.6	Internationale Anerkennung	
3.1.7	Zwei Jahrzehnte Extensivbegrünung	
3.1.8	Gegenwart und Zukunft	
	Summary – Research and development of extensiv rooftop gardens in Germany	
3.2	Ergänzende Anforderungen an die Funktionsschichten und Vegetation Wolfgang Ernst	
3.2.1	Durchwurzelungsfestigkeit	
3.2.1.1	Prüfzeugnisse	
3.2.2	Schutzschichten	
3.2.2.1	Vliese	
3.2.2.2	Allgemeine Hinweise	
3.2.2.3	Verbraucherinformationen	
3.2.2.4	Identifikation auf der Baustelle	
3.2.3	Harte Schutzschichten und Dränplatten	
3.2.4	Beton, Mörtel, Betonfertigteile	
3.2.4.1	Untersuchungsergebnisse	

3.2.4.2	Betonfertigteile	57
3.2.5	Vegetations-Tragschicht	58
3.2.5.1	Fremdstoffe	58
3.2.5.2	Blasbarkeit	58
3.2.5.3	Vegetationstechnische Eigenschaften	59
3.2.5.4	Kornverteilungsbereich	59
3.2.6	Vegetation und Vegetationsanwendung	60
3.2.6.1	Trockenansaat	60
3.2.6.1.1	Empfehlungen	60
3.2.6.2	Pflånzung	61
3.2.6.2.1	Auszug aus den Gütebestimmungen für Stauden	61
3.2.6.2.2	Erfahrungswerte der Pflanzenverwendung	61
3.2.6.2.3	Anforderungen an das Kultursubstrat	62
3.2.6.2.4	Anforderungen an die Anzucht	62
3.2.6.2.5	Anforderungen an die Artenauswahl	62
3.2.6.3	Zusammenfassende Empfehlung	64
3.2.7	Fertigstellungspflege	64
3.2.7.1	Ohne Fertigstellungspflege	65
3.2.8	Zusammenfassung	65
	Summary – Complementary requirements	65
3.3	Nährstoffversorgung von Extensivbegrünungen	
	P. Fischer, M. Jauch	
3.3.1	Ungestörter Nährstoffkreislauf	
3.3.2	Düngung	
3.3.3	Auswirkung der Düngung	
3.3.4	Düngungsintensität	
3.3.5	Düngeturnus	
3.3.6	Düngetermin	
3.3.7	Zusammenfassende Empfehlung	
	Summary - Nutrient supplying	74
3.4	Qualität von Dränwasser	7.5
0.44	P. Fischer, M. Jauch	
3.4.1	Versuch mit unterschiedlichen Substraten und variierter Düngung	
3.4.1.1	Dränwasserqualität	
3.4.1.2	Leitfähigkeit	
3.4.1.3 3.4.1.4	Nitrat	
3.4.1.5	Ammonium	
3.4.1.5	Phosphat	
	Kali	
3.4.1.7	Sulfat	
3.4.1.8	Arsen	
3.4.1.9	Färbung	
3.4.2	Zusammenhänge	
3.4.3	Entwicklung der Vegetation	
3.4.4	Schlussfolgerung	
	Summary – Quality of drainage water	85

n / n n n n n	N // n . n * .		A 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4	r k	4 A	t.e	
Kapitel IV	\\	nstragschi	A MARAMA TO RE			. מיים אינו אינו או אינו	$\sim \sim$
(\\ // () () () () () () () () () () () () () ()	[] • K [— 4] R [• K [1] 1] 1 1 1 1 1 1 1 1	("H II R IS—13 H R B B B B B B	07 EX R (5-2) II II			E 11 (2002) [[]
						יו ווויים ווויים וווי	
							<i></i>

P. Fischer, M. Jauch 87 4.1.1 Versuchsanlage und Dürchführung 88 4.1.2.1 Luftkapazität 86 4.1.2.2 Maximale Wasserkapazität 86 4.1.2.3 Komgrößenantele 86 4.1.2.4 Salzgehalte 86 4.1.2.5 pH-Werte 96 4.1.3.1 Entwicklung der Sedumvegetation 90 4.1.3.2 Bedeckungsgrad 90 4.1.3.3 Einfluß der Substrateigenschaften auf das Pflanzenwachstum 91 4.1.3.2 Bedeckungsgrad 90 4.1.3.3 Einfluß der Substrateigenschaften auf das Pflanzenwachstum 91 4.1.3.4 Einfluß der Substrateigenschaften auf das Pflanzenwachstum 91 4.1.3.5 Zusammenfassende Empfehlung 94 4.2.1 Einfluß der Substrateigenschaften aus Eignungsuntersuchungen 94 4.2.2 Vergleichende Beurteilungen der Eigenschaften aus Eignungsuntersuchungen 94 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Mahrschichtsubstrate 96 4.2	4	Anforderungen	86
4.1.1.1 Versuchsanlage und Dürchführung 85 4.1.2.2 Ergebnisse 86 4.1.2.1 Luftkapazität 85 4.1.2.2 Maximale Wasserkapazität 85 4.1.2.3 Korngrößenanteile 85 4.1.2.5 pH-Werte 90 4.1.2.5 pH-Werte 90 4.1.3.1 Anwachsrate 90 4.1.3.2 Bedeckungsgrad 90 4.1.3.3 Anwachsrate 90 4.1.3.4 Einfluß der Substrateigenschaften auf das Pflanzenwachstum 91 4.1.4 Einfluß der Substrateigenschaften auf seignungsuntersuchungen 94 4.1.5 Zusammenfassende Empfehlung 94 4.2.0 Vergleichende Beurteilungen der Eigenschaften aus Eignungsuntersuchungen 94 4.2.1 Einführung 95 4.2.2.1 Einführung 96 4.2.2.1 Einführung 96 4.2.3.1 Vergleich mid der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 <	4.1		
4.1.2.1 Ergebnisse 98 4.1.2.1 Luftkapazität 86 4.1.2.2 Maximale Wasserkapazität 85 4.1.2.3 Korngrößenanteile 86 4.1.2.4 Salzgehalte 86 4.1.2.5 pH-Werte 90 4.1.3.1 Entwicklung der Sedumvegetation 90 4.1.3.2 Bedeckungsgrad 90 4.1.3.1 Anwachsrate 90 4.1.4.2 Einfluß der Substrateigenschaften auf das Pflanzenwachstum 91 4.1.5 Zusammenfassende Empfehlung 94 Summary – Aptitude test – 23 vegetation substrates 94 4.2.2 Vergleichende Beurteilungen der Eigenschaften aus Eignungsuntersuchungen 94 4.2.1 Einführung 98 4.2.2 Material und Methoden 96 4.2.3 Mehrschichtsubstrate 96 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100			
1.1.2.1 Luftkapazität 86 4.1.2.2 Maximale Wasserkapazität 86 4.1.2.3 Korngrößenanteile 88 4.1.2.4 Salzgehalte 86 4.1.2.5 pH-Werte 90 4.1.3.1 Anwachsrate 90 4.1.3.2 Bedeckungsgrad 90 4.1.4.5 Einfluß der Substrateigenschaften auf das Pflanzenwachstum 91 4.1.5.5 Zusammenfassende Empfehlung 94 Summary - Aptitude test - 23 vegetation substrates 94 4.2. Vergleichende Beurteilungen der Eigenschaften aus Eignungsuntersuchungen 94 4.2.1 Einführung 96 4.2.2.1 Einführung 96 4.2.2.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 97 4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.5.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.5.1 Kornverteilungsb	4.1.1	Versuchsanlage und Dürchführung	88
4.1.2.2 Maximale Wasserkapazität 38 4.1.2.3 . Korngrößenanteile 86 4.1.2.4 Salzgehalte 96 4.1.2.5 pH-Werte 90 4.1.3.1 Anwachsrate 90 4.1.3.2 Bedeckungsgrad 90 4.1.4 Einfluß der Substrateigenschaften auf das Pflanzenwachstum 91 4.1.5 Zusammenfassende Empfehlung 94 5.1.1 Summary – Apititude test – 23 vegetation substrates 92 4.2.2 Vergleichende Beurteilungen der Eigenschaften aus Eignungsuntersuchungen 96 4.2.1 Einführung 96 4.2.2.1 Material und Methoden 96 4.2.2.3 Mehrschichtsubstrate 96 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.5.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.5.1 Kornverteillungsbereiche 100 4.2.5.2	4.1.2	Ergebnisse	88
4.1.2.3 Korngrößenanteile 88 4.1.2.4 Salzgehalte 86 4.1.2.5 pH-Werte 90 4.1.3.1 Anwachsrate 90 4.1.3.1 Anwachsrate 90 4.1.3.2 Bedeckungsgrad 90 4.1.4 Einfluß der Substrateigenschaften auf das Pflanzenwachstum 91 4.1.5 Zusammenfassende Empfehlung 94 Summary - Aptitude test - 23 vegetation substrates 94 4.2 Vergleichende Beurteilungen der Eigenschaften aus Eignungsuntersuchungen 94 4.2.1 Einführung 96 4.2.2.1 Einführung 96 4.2.2.3 Mehrschichtsubstrate 96 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 96 4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.5.1 Kornwerteilungsbereiche 100 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 100 <td>4.1.2.1</td> <td>Luftkapazität</td> <td> 88</td>	4.1.2.1	Luftkapazität	88
4.1.2.4 Salzgehalite 88 4.1.2.5 pH-Werte 90 4.1.3.1 Entwicklung der Sedumvegetation 91 4.1.3.2 Bedeckungsgrad 90 4.1.4 Einfluß der Substrateigenschaften auf das Pflanzenwachstum 91 4.1.5.5 Zusammenfassende Empfehlung 94 4.1.5 Summary – Apitrude test – 23 vegetation substrates 94 4.2.2 Vergleichende Beurteilungen der Eigenschaften aus Eignungsuntersuchungen 94 4.2.1 Einführung 96 4.2.2.1 Material und Methoden 96 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 96 4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.5.1 Kornverteilungsberafelhen 100 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 100 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz	4.1.2.2	Maximale Wasserkapazität	88
4.1.2.5 pH-Werte .90 4.1.3 Entwicklung der Sedumvegetation .90 4.1.3.1 Anwachsrate .90 4.1.3.2 Bedeckungsgrad .90 4.1.4.4 Einfluß der Substrateigenschaften auf das Pflanzenwachstum .91 4.1.5 Zusammenfassende Empfehlung .94 5.1.5 Summary – Aptitude test – 23 vegetation substrates .94 4.2 Vergleichende Beurteilungen der Eigenschaften aus Eignungsuntersuchungen .96 4.2.1 Einführung .96 4.2.2.1 Material und Methoden .96 4.2.2.2 Material und Methoden .96 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung .96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen .97 4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen .100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung .102 4.2.4.2.4 Einschicht-Substrate .102 4.2.4.2.5 Diskussion der Anforderungen .103 4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche .104 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt .106 <	4.1.2.3	. Korngrößenanteile	88
4.1.3 Entwicklung der Sedumvegetation 90 4.1.3.1 Anwachsrate 90 4.1.3.2 Bedeckungsgrad 90 4.1.4 Einfluß der Substrateigenschaften auf das Pflanzenwachstum 91 4.1.5 Zusammenfassende Empfehlung 94 Aus Vergleichende Beurteilungen der Eigenschaften aus Eignungsuntersuchungen 94 HJ. Liesecke 96 4.2.1 Einführung 96 4.2.2.1 Material und Methoden 96 4.2.3 Mehrschichtsubstrate 96 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 97 4.2.3.3 Unterscheiclung von Substrat-Typen 100 4.2.4.4 Einschicht-Substrate 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.5.5 Diskussion der Anforderungen 100 4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche 100 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 100 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz<	4.1.2.4	Salzgehalte	88
4.1.3.1 Anwachsrate 90 4.1.3.2 Bedeckungsgrad 90 4.1.4 Einfluß der Substrateigenschaften auf das Pflanzenwachstum 91 4.1.5 Zusammenfassende Empfehlung 94 Summary – Aptitude test – 23 vegetation substrates 94 4.2 Vergleichende Beurteilungen der Eigenschaften aus Eignungsuntersuchungen 95 4.2.1 Einführung 96 4.2.2.1 Material und Methoden 96 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 97 4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen 100 4.2.4.4 Einschicht-Substrate 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 103 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 103 4.2.4.5 Diskussion der Anforderungen 103 4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche 104 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 105 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 105 4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 50	4.1.2.5	pH-Werte	90
4.1.3.2 Bedeckungsgrad 90 4.1.4 Einfluß der Substrateigenschaften auf das Pflanzenwachstum 91 4.1.5 Zusammenfassende Empfehlung 94 Summary – Aptitude test – 23 vegetation substrates 94 4.2 Vergleichende Beurteilungen der Eigenschaften aus Eignungsuntersuchungen 95 HJ. Liesecke 95 4.2.1 Einführung 96 4.2.2 Material und Methoden 96 4.2.3 Mehrschichtsubstrate 96 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 97 4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.4.2.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.4.2.0 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche 100 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 100 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 100 4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 100 S	4.1.3	Entwicklung der Sedumvegetation	90
4.1.4 Einfluß der Substrateigenschaften auf das Pflanzenwachstum 94 4.1.5 Zusammenfassende Empfehlung 94 4.2 Vergleichende Beurteilungen der Eigenschaften aus Eignungsuntersuchungen 95 HJ. Liesecke 95 4.2.1 Einführung 96 4.2.2 Material und Methoden 96 4.2.3 Mehrschichtsubstrate 96 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 97 4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche 100 4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche 100 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 100 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 100 4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 100	4.1.3.1	Anwachsrate	90
A.1.5 Zusammenfassende Empfehlung	4.1.3.2	Bedeckungsgrad	90
Summary - Aptitude test - 23 vegetation substrates 94 Vergleichende Beurteilungen der Eigenschaften aus Eignungsuntersuchungen 96 HJ. Liesecke 96 4.2.1 Einführung 96 4.2.2 Material und Methoden 96 4.2.3 Mehrschichtsubstrate 96 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 97 4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen 100 4.2.4 Einschicht-Substrate 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.5 Diskussion der Anforderungen 100 4.2.5 Diskussion der Anforderungen 100 4.2.5 Wasser-/Luft-Haushalt 106 4.2.5 Zusammenfassende Beurteilung 100 Summary - Comparative research 100 Kapitel V Vegetation 100 Kapitel V Vegetation 100 Summary - Approved plants 100 Summary - Approved plants 100 Summary - Approved plants 100 Sukulenten 100 Sukkulenten 100 51.1 Sukkulenten 100 51.1.2 Gräser 111 Sukkulenten 100 51.1.1 Sukkulenten 1	4.1.4	Einfluß der Substrateigenschaften auf das Pflanzenwachstum	91
4.2.2 Vergleichende Beurteilungen der Eigenschaften aus Eignungsuntersuchungen 96 4.2.1 Einführung 96 4.2.2 Material und Methoden 96 4.2.3 Mehrschichtsubstrate 96 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 97 4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche 104 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 106 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 106 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 106 4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 106 Summary – Comparative research 106 Kapitel V Vegetation 5 5.1 Pflanzenauswahl 106 Summary – Approved plants 106 5.1.1 Sukkulenten 107	4.1.5	Zusammenfassende Empfehlung	94
HJ. Liesecke 95 4.2.1 Einführung 96 4.2.2 Material und Methoden 96 4.2.3 Mehrschichtsubstrate 96 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 97 4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen 100 4.2.4 Einschicht-Substrate 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.5.5 Diskussion der Anforderungen 100 4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche 104 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 106 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 106 4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 106 Summary – Comparative research 106 Kapitel V Vegetation 106 5.1 Pflanzenauswahl 106 Summary – Approved plants 106 5.1.1 Sukkulenten 106 5.1.2 Gräser 11		Summary – Aptitude test – 23 vegetation substrates	94
4.2.1 Einführung 98 4.2.2 Material und Methoden 96 4.2.3 Mehrschichtsubstrate 96 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 97 4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen 100 4.2.4 Einschicht-Substrate 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.5.5 Diskussion der Anforderungen 100 4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche 104 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 100 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 100 4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 100 5.1.2 Summary – Comparative research 100 Kapitel V Vegetation 100 5.1 Pflanzenauswahl 100 Summary – Approved plants 100 5.1.1 Sukkulenten 100 5.1.2 Gräser 111	4.2		
4.2.2 Material und Methoden 96 4.2.3 Mehrschichtsubstrate 96 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 97 4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen 100 4.2.4 Einschicht-Substrate 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.4.2 Diskussion der Anforderungen 100 4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche 104 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 100 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 100 4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 100 5.1.2 Vegetation 5.1 Pflanzenauswahl 100 Summary – Approved plants 100 5.1.1 Sukkulenten 100 5.1.2 Gräser 11		HJ. Liesecke	95
4.2.3 Mehrschichtsubstrate 96 4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 97 4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen 100 4.2.4 Einschicht-Substrate 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 103 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 103 4.2.5.5 Diskussion der Anforderungen 104 4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche 104 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 105 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 105 4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 106 Kapitel V Vegetation 5 5 Bewährte Pflanzen für extensive Dachbegrünungen 106 5.1 Pflanzenauswahl 106 Summary – Approved plants 106 5.1.1 Sukkulenten 106 5.1.2 Gräser 117	4.2.1	Einführung	95
4.2.3.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 96 4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 97 4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen 100 4.2.4 Einschicht-Substrate 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.5.5 Diskussion der Anforderungen 100 4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche 104 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 100 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 100 4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 100 Summary – Comparative research 100 Kapitel V Vegetation 5 5 Bewährte Pflanzen für extensive Dachbegrünungen 10 5.1 Pflanzenauswahl 100 Summary – Approved plants 100 5.1.1 Sukkulenten 100 5.1.2 Gräser 11	4.2.2	Material und Methoden	96
4.2.3.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 97 4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen 100 4.2.4 Einschicht-Substrate 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.5 Diskussion der Anforderungen 100 4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche 102 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 100 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 100 4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 100 Summary – Comparative research 100 Kapitel V Vegetation 100 5.1 Pflanzenauswahl 100 Summary – Approved plants 100 5.1.1 Sukkulenten 100 5.1.2 Gräser 11	4.2.3	Mehrschichtsubstrate	96
4.2.3.3 Unterscheidung von Substrat-Typen 100 4.2.4 Einschicht-Substrate 100 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4.2.5 Diskussion der Anforderungen 100 4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche 100 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 100 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 100 4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 100 Summary – Comparative research 100 Kapitel V Vegetation 100 5.1 Pflanzenauswahl 100 Summary – Approved plants 100 5.1.1 Sukkulenten 100 5.1.2 Gräser 11	4.2.3.1	Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung	96
4.2.4 Einschicht-Substrate 103 4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 103 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 103 4.2.5 Diskussion der Anforderungen 104 4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche 104 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 106 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 106 4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 106 Summary – Comparative research 106 Kapitel V Vegetation 106 5.1 Pflanzenauswahl 106 Summary – Approved plants 106 5.1.1 Sukkulenten 106 5.1.2 Gräser 11	4.2.3.2	Gegenüberstellung zu den Anforderungen	97
4.2.4.1 Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung 100 4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 100 4:2.5 Diskussion der Anforderungen 104 4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche 104 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 105 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 105 4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 106 Summary – Comparative research 106 Kapitel V Vegetation 106 5.1 Pflanzenauswahl 106 Summary – Approved plants 106 5.1.1 Sukkulenten 106 5.1.2 Gräser 111	4.2.3.3	Unterscheidung von Substrat-Typen	100
4.2.4.2 Gegenüberstellung zu den Anforderungen 103 4.2.5 Diskussion der Anforderungen 104 4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche 104 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 105 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 105 4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 106 Summary – Comparative research 106 Kapitel V Vegetation 106 5.1 Pflanzenauswahl 106 Summary – Approved plants 106 5.1.1 Sukkulenten 106 5.1.2 Gräser 117	4.2.4	Einschicht-Substrate	103
4:2.5 Diskussion der Anforderungen 104 4:2.5.1 Kornverteilungsbereiche 104 4:2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 105 4:2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 105 4:2.6 Zusammenfassende Beurteilung 106 Summary – Comparative research 106 Kapitel V Vegetation 106 5.1 Pflanzen für extensive Dachbegrünungen 106 5.1.1 Summary – Approved plants 106 5.1.1 Sukkulenten 106 5.1.2 Gräser 11	4.2.4.1	Vergleich mit der vorlaufenden Auswertung	103
4.2.5.1 Kornverteilungsbereiche 104 4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 105 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 105 4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 106 Summary – Comparative research 106 Kapitel V Vegetation 5 Bewährte Pflanzen für extensive Dachbegrünungen 106 5.1 Pflanzenauswahl 108 Summary – Approved plants 106 5.1.1 Sukkulenten 106 5.1.2 Gräser 11	4.2.4.2	Gegenüberstellung zu den Anforderungen	103
4.2.5.2 Wasser-/Luft-Haushalt 108 4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 108 4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 108 Summary – Comparative research 108 Kapitel V Vegetation 5 Bewährte Pflanzen für extensive Dachbegrünungen 108 5.1 Pflanzenauswahl 108 Summary – Approved plants 108 5.1.1 Sukkulenten 108 5.1.2 Gräser 11	4:2.5	Diskussion der Anforderungen	104
4.2.5.3 Gehalt an organischer Substanz 105 4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 106 Summary – Comparative research 106 Kapitel V Vegetation 10 5 Bewährte Pflanzen für extensive Dachbegrünungen 10 5.1 Pflanzenauswahl 10 Summary – Approved plants 10 5.1.1 Sukkulenten 10 5.1.2 Gräser 11	4.2.5.1	Kornverteilungsbereiche	104
4.2.6 Zusammenfassende Beurteilung 106 Summary – Comparative research 106 Kapitel V Vegetation 5 Bewährte Pflanzen für extensive Dachbegrünungen 10 5.1 Pflanzenauswahl 108 Summary – Approved plants 108 5.1.1 Sukkulenten 108 5.1.2 Gräser 11	4.2.5.2	Wasser-/Luft-Haushalt	105
Summary – Comparative research 106 Kapitel V Vegetation 5 Bewährte Pflanzen für extensive Dachbegrünungen 106 5.1 Pflanzenauswahl 108 Summary – Approved plants 108 5.1.1 Sukkulenten 108 5.1.2 Gräser 11	4.2.5.3	Gehalt an organischer Substanz	105
Kapitel VVegetation5Bewährte Pflanzen für extensive Dachbegrünungen105.1Pflanzenauswahl108Summary – Approved plants1085.1.1Sukkulenten1085.1.2Gräser11	4.2.6	Zusammenfassende Beurteilung	106
5 Bewährte Pflanzen für extensive Dachbegrünungen 10 5.1 Pflanzenauswahl 108 Summary – Approved plants 108 5.1.1 Sukkulenten 108 5.1.2 Gräser 11		Summary - Comparative research	106
5.1 Pflanzenauswahl 108 Summary – Approved plants 108 5.1.1 Sukkulenten 108 5.1.2 Gräser 11	Kap	itel V Vegetation	
5.1 Pflanzenauswahl 108 Summary – Approved plants 108 5.1.1 Sukkulenten 108 5.1.2 Gräser 11	5	Bewährte Pflanzen für extensive Dachbegrünungen	10
Summary – Approved plants 108 5.1.1 Sukkulenten 108 5.1.2 Gräser 11	5.1		
5.1.1 Sukkulenten	2		
5.1.2 Gräser	5.1 1		
	5.1.3	Kräuter	
	5.1.4		

Kapitel VI Weiterentwicklungen

6	Extensivbegrünungen	119
6.1	Einschichtige Bauweise HJ. Liesecke	.120
6.1.1	Zielsetzung	.121
6.1.2	Versuchsdurchführung	121
6.1.2.1	Versuchsanordnung	121
6.1.2.2	Versuchsaufbau	121
6.1.2.3	Fertigstellungs- und Entwicklungspflege	121
6.1.2.4	Untersuchungsmethoden	121
6.1.3	Substrateigenschaften	121
6.1.3.1	Kennzeichnung	121
6.1.3.2	Veränderung im Gehalt an organischer Substanz	124
6.1.3.3	Veränderungen im pH-Wert	124
6.1.3.4	Veränderungen im Salz- und im Carbonatgehalt	124
6.1.3.5	Zusammenfassende Beurteilung	125
6.1.4	Vegetationsentwicklung	126
6.1.4.1	Gesamtdeckung und abnahmefähiger Zustand	126
6.1.4.2	Deckungsanteile der Vegetationsgruppen	127
6.1.4.3	Artenentwicklung	
6.1.4.4	Zusammenfassende Beurteilung	131
6.1.5	Ausmaß der Wasserrückhaltung	132
6.1.5.1	Vorgehensweise	132
6.1.5.2	Abhängigkeit der Wasserrückhaltung von der Witterung	132
6.1.5.3	Auswirkungen der Bauweise	134
6.1.5.4	Auswirkung des Wasserspeichervermögens	134
6.1.5.5	Jahresabflussbeiwerte	134
6.1.5.6	Zusammenfassende Beurteilung	136
•	Summary - Further development of single-course extensiv greenings	136
6.2	Dünnschichtige Extensivbegrünungen HJ. Liesecke	137
6.2.1	Zur Entwicklung	137
6.2.2	Vorkultvierte Vegetationsmatten	138
6.2.2.1	Mattentypen und Vegetationsformen	
6.2.2.2	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
6.2.3.	Vegetationselemente	. 141
6.2.4	Dünnschichtige Bauweisen	. 141
6.2.5	Zusammenfassende Beurteilung	. 144
	Summary – Further development of thin-course extensiv greenings	
Kapi	tel VII Langzeiterfahrung bei extensiven Dachbegrünungen	
7	Auswertung nach zwölf Versuchsjahren	. 145
7.1	Auswertungen zur Entwicklung von Substraten, Vegetation und Bauweisen HJ. Liesecke	. 146
7.1.1	Durchführung des Demonstarationsversuches	

7.1.1.1	Versuchsprogramm	146
7.1.1.2	Versuchsanlage	
7.1.1.3	Untersuchungsmethoden	
7.1.1.4	Eingesetzte Substrate und Vegetationsmatten	
7.1.1.5	Pflegemaßnahmen	
7.1.2	Entwicklung der Substrate	
7.1.2.1	Gehalt an organischer Substanz	
7.1.2.2	Maximale Wasserkapazität	149
7.1.2.3	pH-Wert	149
7.1.2.4	Salzgehalt	150
7.1.2.5	Zusammenfassende Beurteilung	151
7.1.3	Vegetationsentwicklung	152
7.1.3.1	Anfangsentwicklung der Gesamtdeckung	152
7.1.3.2	Anfangsentwicklung der Vegetationsgruppen	152
7.1.3.3	Gesamtentwicklung der Vegetationsgruppen	155
7.1.3.4	Artenzusammensetzung	157
7.1.3.5	Zusammenfassende Beurteilung	159
7.1.4	Entwicklung der Bauweisen	159
7.1.4.1	Aufbaudicke und Mullschicht	159
7.1.4.2	Lastenannahmen	162
7.1.4.3	Wasserspeicherung	163
7.1.4.4	Zusammenfassende Beurteilung	165
	Summary - Long time experience of extensive rooftop greenings	165
	Begriffe, Erläuterungen	166
Kapit	el VIII Tabellen, Listen, Anlagen	
8 I	nformationen	167
8.1	Prüfinstitute (FLL-Verfahren)	
8,2	Produkte mit FLL-Prüfzeugnis Stand: 31. März 2003	
8.2.1	Kunststoffbahnen	
8.2.2	Kautschukbahnen	
8.2.3	Flüssigbeschichtungen	
8.2.4	Bitumenbahnen, Gussasphalt	
8.3	RAL-gütegesicherte Dachsubstrate	
8.3.1	Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzenbau e.V.	176
8.4	Bahnen nach Anforderungsprofil Hersteller (A-Z)	
8.5	Hersteller Testteilnahme 1998 – Auflistung der Hersteller/Produkte	
8.6	Anlagen	
8.6.1	Quellenverzeichnis	181
8.6.2	Abbildungen	
8.7	Übersicht Fachbuchreihe	