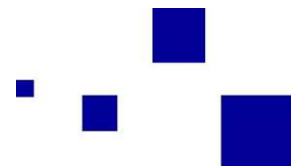


# ***Schlagregenprüfung nach dem Verfahren der Technischen Universität Berlin***



INGENIEURE FÜR  
DAS BAUWESEN

Prof. Vogdt & Oster  
Partnergeseellschaft mbB

Prof Dr-Ing  
Frank U. Vogdt

## **Prüfprogramm**

Büro  
Gardeschützenweg 142  
12203 Berlin

Fon  
+49 172 301 55 68

Mail  
vogdt@ifdb-berlin.de

Partnerschaftsregister  
Amtsgericht Charlottenburg  
PR 256

**Nachweis der Schlagregensicherheit nach dem  
Verfahren der TU Berlin gemäß Produktdatenblatt  
für diffusionsoffene Unterdeckbahnen für  
erweiterte Anwendungen (UDB-eA)**

**Berlin, 09.06.2022**

Dieses Programm umfasst 13 Textseiten.

## Inhalt

1	Diffusionsoffene Unterdeckbahnen für erweiterte Anwendungen (UDB-eA) - Nachweis der Schlagregensicherheit gemäß Produktdatenblatt.....	3
2	Versuchsstand .....	4
3	Durchführung der Schlagregenversuche.....	9
4	Beurteilungskriterien zum Nachweis der Schlagregensicherheit.....	13
5	Zusammenfassung.....	13

# **1 Diffusionsoffene Unterdeckbahnen für erweiterte Anwendungen (UDB-eA) - Nachweis der Schlagregensicherheit gemäß Produktdatenblatt**

Der Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks - Fachverband Dachwand- und Abdichtungstechnik - e.V. (ZVDH) gibt das " Produktdatenblatt diffusionsoffene Unterdeckbahnen für erweiterte Anwendungen (UDB-eA)" heraus.

Im Produktdatenblatt wird für diffusionsoffene Unterdeckbahnen, die als Zusatzmaßnahme unter Dachdeckungen im Sinne des „Merkblatt für Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen“ Anwendung finden sollen, der Nachweis des Widerstands gegen Schlagregen gemäß dem Schlagregentest der TU Berlin gefordert. Zubehörteile müssen hierbei hinsichtlich des Schlagregenwiderstandes gleichwertig mit der UDB-eA sein. Die Bahnen müssen mittels Quell- oder Heißluftschweißen oder geeigneter Klebtechnik (keine Klebebänder) dauerhaft miteinander ffügbar sein.

Die Eignung einer diffusionsoffenen Unterdeckbahn für erweiterte Anwendungen „UDB-eA nach Produktdatenblatt des ZVDH“ ist vom Hersteller zu deklarieren.

Aufbauend auf dem Prüfverfahrens der TU Berlin zum "Nachweis der Schlagregensicherheit von Unterdeck- und Unterspannbahnen", soll der Widerstand gegen Schlagregen unter Einbindung der Nähte/Nahtverbindungen und dem System-Zubehör gemäß dem Prüfverfahren der TU Berlin unter Zugrundelegung der Randbedingungen des DINCERTCO Zertifizierungsprogramms für Unterdeckbahnen zur Kennzeichnung mit dem Qualitätszeichen „DINplus“<sup>1</sup> ermittelt werden.

---

<sup>1</sup> Zertifizierungsprogramm für Unterdeckbahnen nach DIN EN 13859-1, DINCERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH, Berlin.

## 2 Versuchsstand

Der Schlagregenversuchsstand der TU Berlin wurde im Rahmen eines Forschungsvorhabens<sup>2</sup> entwickelt. Mit dem Versuchsstand wurde die Möglichkeit geschaffen, auf einer Fläche von ca. 2,5 m<sup>2</sup> einen weitgehend naturgetreuen Schlagregen im Labor zu erzeugen, wobei eine stufenweise Differenzierung zwischen "leichtem Nieselregen" und "Orkan" erreichbar ist (vgl. Bild 1).



**Bild 1:** Schlagregenprüfstand der TU Berlin<sup>3</sup>

Zur Erzeugung eines Luftstroms wird ein mit einem Elektromotor (50 kW) angetriebenes Gebläse mit beidseitig ansaugendem Trommelläufer verwendet. Mit dem Gebläse lässt sich eine Windgeschwindigkeit bis maximal 30 m/s erzeugen. In die beiden Ansaugöffnungen des Gebläses wird entsprechend der gewünschten Schlagregenmenge Wasser eingespritzt. Die Wasserstrahlen treffen auf die rotierenden Lüfterflügel, das Wasser wird verteilt, beschleunigt und in Tropfenform abgeschleudert. Hierbei kommt der Einbringung des Wassers, das als Strahl aus Düsen auf die konkav gekrümmte Seite der Schaufelblätter auftrifft und vom Läufer abgeschleudert wird, besondere Bedeutung zu.

---

<sup>2</sup> Maerker, B.: Erzeugung eines künstlichen Schlagregens für die Bauteilprüfung; Dissertation TU Berlin, 1983

<sup>3</sup> Fechner, Otto und Vogdt, Prof. Dr.-Ing Frank U.: Bauphysik 30 (Heft 2). Berlin: Ernst & Sohn, 2008

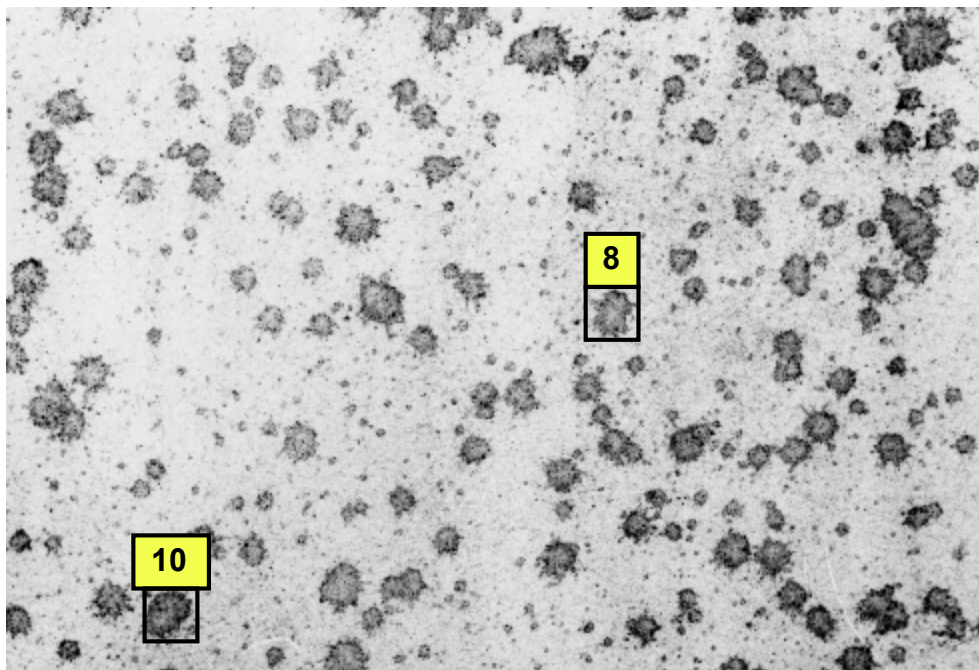
In Abhängigkeit der Düseneinstellung kann der Durchmesser der Wassertropfen, die auf die Versuchsfläche auftreffen, beeinflusst werden. In umfangreichen Kalibrierungsvorgängen wurde ein dem natürlichen Tropfenspektrum vergleichbares Tropfenbild nachgebildet. Die beschleunigten Tropfen treten zusammen mit dem Luftstrom an der Ausblasöffnung aus und werden auf den Prüfkörper gelenkt, der in der Regel im Abstand von 1,5 m vor der Ausblasöffnung aufgestellt ist (gemessen vom Strömungsmittelpunkt im Ausblastrichter).

Das im Versuchsstand erzeugte Tropfenspektrum entspricht dabei nach Größe, Verteilung und Wassergehalt dem natürlichen Schlagregenereignis. Die Vergleichsversuche mit natürlichem Schlagregen und im Versuchsstand erzeugtem Regen haben ergeben, dass ein weitestgehend natürlicher Schlagregen erzeugt wird<sup>2</sup>.

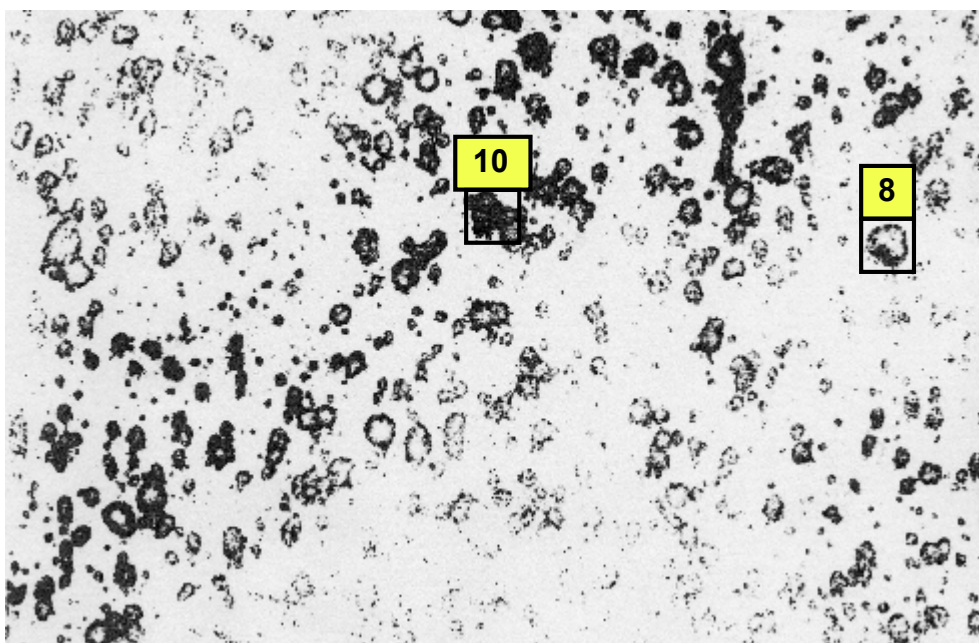
Die Bilder 2 und 3 zeigen das Tropfenspektrum eines im Schlagregenlabor erzeugten Niederschlagsereignisses und das Tropfenspektrum eines natürlichen Schlagregenereignisses (aufgenommen an einer Fassade) jeweils bei einer Messdauer von einer Sekunde. Der Vergleich macht deutlich, dass die Tropfengröße und Tropfenverteilung gut übereinstimmen<sup>2</sup>.

Es werden Tropfen bis zu einer Größe von 8mm bis 10mm erzeugt. Da die Tropfen die gleiche Geschwindigkeit wie die Luft im Ausblastrichter aufweisen, besitzen die Einzeltropfen die gleiche kinetische Energie, wie ein natürlicher Regen, der vom Wind getrieben bewegt wird und auf ein Bauwerk einwirkt. Hierdurch erfolgt eine dem natürlichen Regen entsprechende Beanspruchung, da die auftreffenden Tropfen unmittelbar auf die Oberfläche des Versuchskörpers mit realitätsnaher kinetischer Energie aufprallen und dadurch auf der Oberfläche eine höhere Beanspruchung erzeugen als Tropfen, die durch Düsen austreten oder die von einem Gebläse zu einem Sprühnebel zerstäubt werden. In diesem Zusammenhang ist besonders auf die Grundlagenuntersuchungen von Maerker, die er an der TU Berlin anlässlich seiner Dissertation<sup>2</sup> durchführte, hinzuweisen. Hier wird u.a. gezeigt, dass durch eine Windanströmung von aus Düsen austretenden Wassertropfen eine Zerstäubung der Wassertropfen stattfindet und die bei natürlichen Schlagregenereignissen vorhandene kinetische Energie der Tropfen nicht erreicht wird.

Prüfprogramm zum Nachweis der Schlagregensicherheit gemäß Produktdatenblatt  
diffusionsoffene Unterdeckbahnen für erweiterte Anwendungen (UDB-eA)

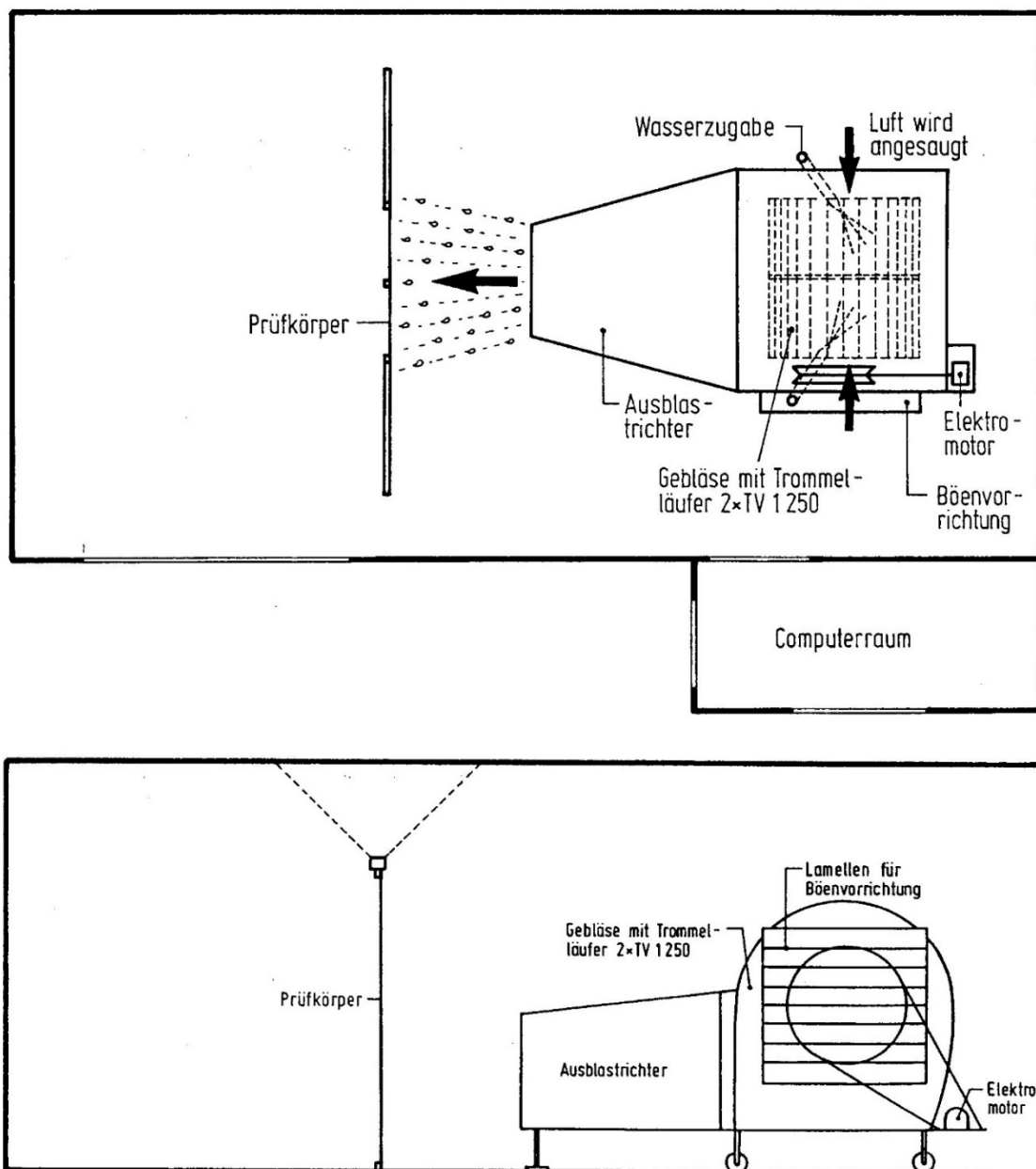


**Bild 2:** Im Schlagregenprüfstand der TU Berlin erzeugtes Tropfenspektrum<sup>2</sup>;  
Windgeschwindigkeit  $v = 10 \text{ m/s}$ , Wasserzugabe  $W = 100 \text{ l/h}$   
(hier markiert: max. Tropfengröße 8-10mm)



**Bild 3:** Tropfenspektrum eines natürlichen Schlagregens<sup>2</sup>;  
Windgeschwindigkeit  $v = 10 \text{ m/s}$   
(hier markiert: max. Tropfengröße 8-10mm)

Das Bild 4 zeigt einen Aufbau des Beregnungsfeldes für Unterdeck- und Unterspannbahnen<sup>3</sup>. Die zu untersuchende Bahn wird auf einem Prüfrahmen aufgespannt und senkrecht in 1,5 m Abstand vor der Ausblasöffnung des Schlagregenversuchsstandes montiert.

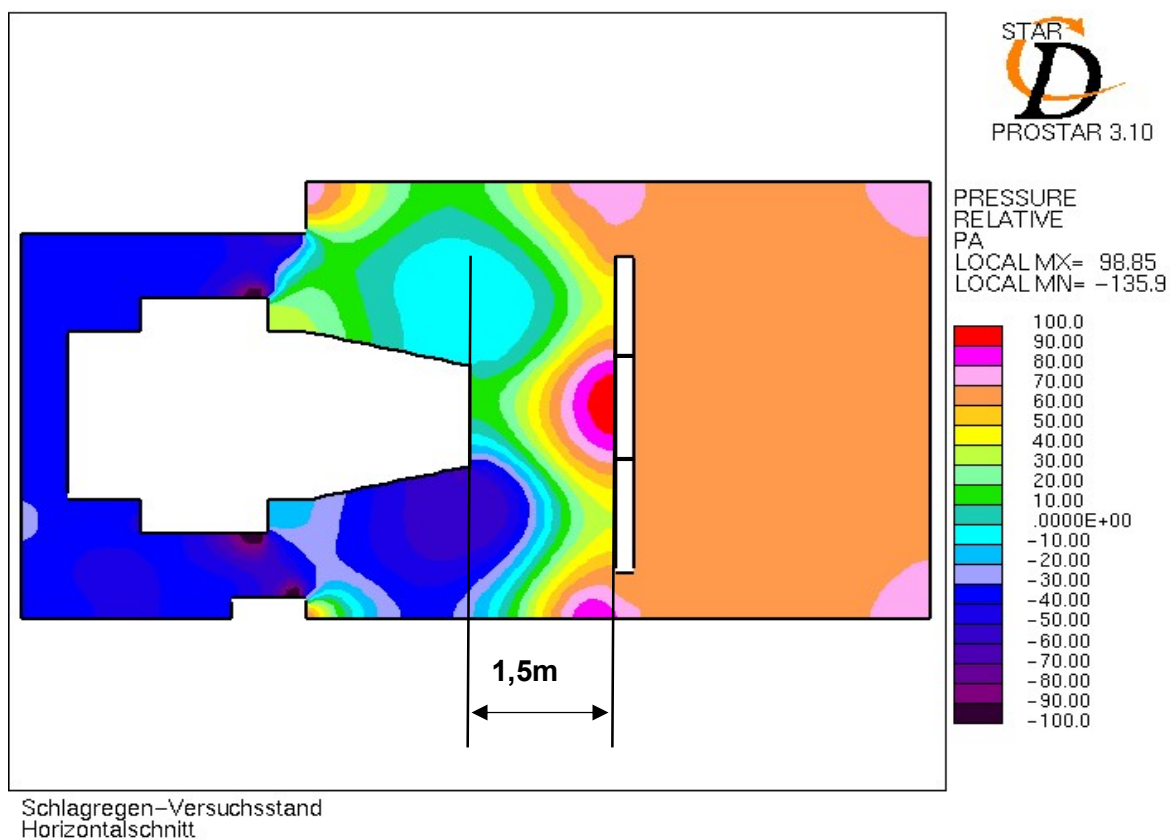


**Bild 4:** Skizze des Schlagregenversuchsstandes zur Untersuchung von Unterdeck- und Unterspannbahnen<sup>3</sup>



Bild 5 zeigt die durch Windanströmung erzeugte berechnete Druckverteilung im Prüfraum. Über die gesamte Probekörperfläche der Unterspannbahn baut sich der Anströmdruck auf, der in Feldmitte ein Maximum aufweist. Der Versuchskörper wird - wie bei der Einwirkung eines natürlichen Regenereignisses - fortlaufend durch die mit hoher kinetischer Energie auftreffenden Tropfen belastet.

Aus der Strömungsberechnung wird deutlich, dass der genauen Ausbildung des Prüfraumes besondere Bedeutung zukommt. Bereits geringe Abweichungen in den Abmessungen wie Länge, Breite und Höhe sowie der Anordnung von Windleitwänden neben und oberhalb der Versuchsfläche verändern die Druckverhältnisse im Versuchsraum und somit die Vergleichbarkeit von Ergebnissen aus den Schlagregenversuchen. Es zeigt sich, dass ohne Beachtung dieser Parameter keine vergleichbaren Ergebnisse zur Erzeugung von Schlagregenereignissen gewonnen werden können, die bei der Festlegung der Klassifizierungen (bestanden / nicht bestanden) Grundlage bildete.



**Bild 5:** Relative Druckverteilung im Schlagregenversuchsstand der TU Berlin <sup>3</sup>



### 3 Durchführung der Schlagregenversuche

Gemäß dem Produktdatenblatt diffusionsoffene Unterdeckbahnen für erweiterte Anwendungen (UDB-eA) wird die Schlagregensicherheit im Schlagregenversuchsstand der TU-Berlin bestimmt.

Die Unterdeckbahn für erweiterte Anwendungen (UDB-eA) wird dabei einer dreistufigen Schlagregenbelastung mit unterschiedlichen Klimabedingungen gemäß Tabelle 1 ausgesetzt. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 17,3 m/s bzw. 62,4 km/h (unter Berücksichtigung der Schließzeit). Die mittlere Niederschlagsintensität während der gesamten Versuchsdauer beläuft sich auf 55 mm/h. Für Bahnen, die die erhöhten Anforderungen an diffusionsoffene Unterdeckbahnen für erweiterte Anwendungen (UDB-eA) erfüllen sollen, beträgt die Gesamtprüfzeit 3,0 h und die Gesamtniederschlagsmenge 165 mm<sup>1</sup>.

Stufe	Zeit [h]	Niederschlags- menge [mm/h]	Windgeschwindigkeit		
			[m/s]	[km/h]	Beaufort
1	1,0	50	16	57,6	7
2	1,0	60	20	72,0	8
3	1,0	55	20	72,0	8 in Böen <sup>*)</sup>

<sup>\*)</sup> 4 Sek. Schließzeit, 16 Sek. Öffnungszeit

**Tabelle 1:** Klimarandbedingungen zur Ermittlung des Schlagregenwiderstandes von Unterdeckbahnen für erweiterte Anwendungen (entsprechend DINCERTCO)

Die vorstehend aufgeführten Versuchsbedingungen haben sich in Vergleichsuntersuchungen an Unterdeck- und Unterspannbahnen<sup>4</sup> als sinnvoll erwiesen.

<sup>4</sup> Schlagregenwiderstand von Unterdeck- und Unterspannbahnen für Dachdeckungen im Schlagregenversuch. Vergleichende Untersuchung von Bahnen im Rahmen des DINplus Zertifizierungsprogramms. Prüfbericht der TU Berlin, Fachgebiet Allgemeiner Ingenieurbau, Prüfbericht VR 1519 vom 17. September 2002.

Die zu prüfende Unterdeckbahn wird auf einen Prüfrahmen gespannt, der vor der Ausblasöffnung des Schlagregenversuchsstandes montiert wird. Dieser Prüfrahmen ist durch horizontal und vertikal angeordnete Sparren in vier Felder unterteilt. Die Untersuchungen werden im gestrichelt dargestellten Rahmenbereich, der sich in vier Messbereiche aufteilt, vorgenommen (vgl. Bild 6, sowie Tabelle 2).

Auf den vier Untersuchungsfeldern werden vier unterschiedliche Verlegearten ausgeführt und gleichzeitig geprüft.

Die Anordnung der Bahn erfolgt auf:

- Wärmedämmung (weiche Unterlage, Bahn mit Nahtverbindung),
- auf Schalung (harte Unterlage, Bahn mit Nahtverbindung) sowie
- auf Wärmedämmung (weiche Unterlage, Bahn ohne Nahtverbindung)
- auf Schalung (harter Unterlage, Bahn ohne Nahtverbindung).

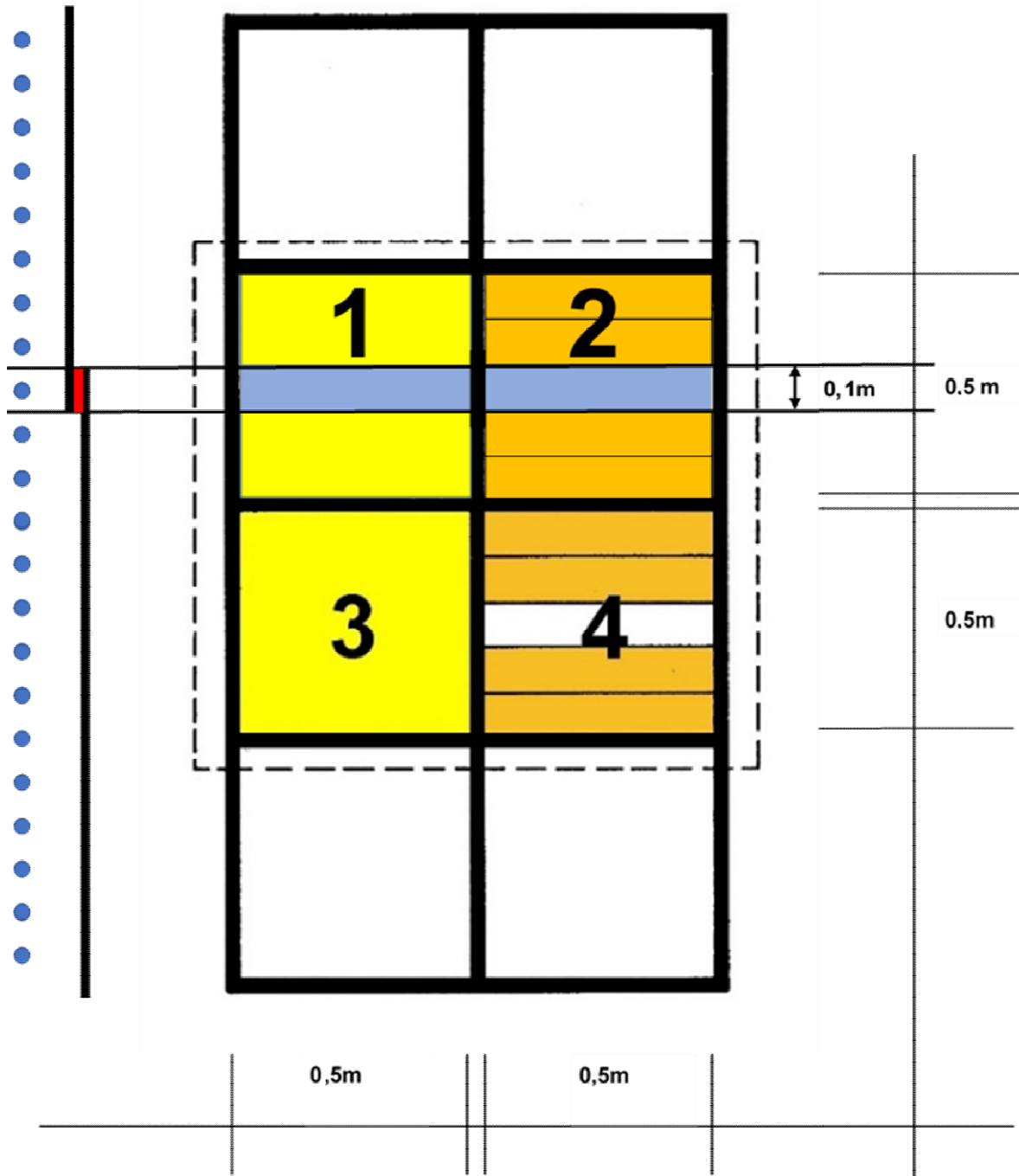
In den oberen Feldern 1 und 2 erfolgt die Prüfung für eine nahtgefügte diffusionsoffene Unterdeckbahn für erweiterte Anwendungen (UDB-eA), in den unteren Feldern 3 und 4 erfolgt die Prüfung ausschließlich für die Unterdeckbahn.

<b>Feld</b>	<b>Verlegung</b>	<b>Nahtverbindung</b>
<b>1</b>	weiche Unterlage - Wärmedämmung	mit
<b>2</b>	harte Unterlage - sägerauhe Schalbretter	mit
<b>3</b>	weiche Unterlage - Wärmedämmung	ohne
<b>4</b>	harte Unterlage - sägerauhe Schalbretter	ohne

**Tabelle 2:** Untersuchte Verlegearten

**Bahn-Schnitt**

**Ansicht**



**Legende**

Überlappung

beregnete Seite

**Bild 6:**

Probekörperaufbau- Schnitt und Ansicht. Im gestrichelten Bereich sind die Messplatten angeordnet. Die Überlappung ist in Feldmitte über den Feldern 1 und 2 angeordnet

Damit eine gegenseitige Beeinflussung zwischen den oberen und den unteren Messfeldern ausgeschlossen werden kann, werden die Felder jeweils mit Fugendichtstoff voneinander getrennt.

Die gleichzeitige und gleichartige Beregnung eines nahtgefügteten Bahnenabschnittes (Felder 1 und 2) sowie einer Bahn (Felder 3 und 4) erlaubt es, die Schlagregensicherheit beider Aufbauten mit einem Versuch zu bestimmen.

Die Messplatten im Bereich der weichen Unterlage (Felder 1 und 3) bestehen aus einer Mineralfaserdämmung. Als weiche Unterlage ist eine handelsübliche Mineralfaserdämmstoffplatte nach DIN EN 13162 angeordnet, wobei die unkaschierte Seite an der zu untersuchenden Bahn anliegt. Die während der Beregnung durchgetretene Wassermenge wird durch Wiegen der 0,5 m x 0,5 m großen Messplatte in Abständen von 30 Minuten bestimmt. Vergleichsversuche hochwertiger Produkte zeigten, dass die Wasserdurchtrittsmengen auf Mineralfaserdämmung (weiche Unterlage) gegenüber der Wasserdurchtritte auf Schalung (harter Unterlage) geringer ausfallen. In beiden Fällen stellt die im Versuch ausgeübte kombinierte Regen- und Windbeaufschlagung eine extreme Belastung dar, die zu messbaren Wasserdurchtritten führt.

Im Bereich der harten Unterlage (Felder 2 und 4) wird zur Bestimmung der Wasseraufnahme die Messplatte - bestehend aus sägerauhen Schalbrettern und Vliesauflage - ebenfalls in jeweils 30-minütigem Abstand gewogen.

Bedingt durch eine Erhöhung der relativen Luftfeuchte im Laborraum während der Beregnung auf etwa 100 % r. F. absorbieren die Messplatten Wasser aus der Luft. Die Messwerte sind jeweils entsprechend zu korrigieren.

## **4 Beurteilungskriterien zum Nachweis der Schlagregensicherheit**

Im Bereich der weichen und harten Unterlagen liegen skalierbare Messergebnisse vor. Eine differenzierte direkte Beurteilung des Wasserdurchtrittsverhaltens und somit der Schlagregensicherheit wird damit möglich. Vergleichsversuche<sup>4</sup> an hochwertigen Bahnen zeigen dabei ein günstiges Verhalten mit einem sehr geringen Wasserdurchtritt. Bahnen mit schlechterem Schlagregenwiderstand unterscheiden sich deutlich durch weit höhere Wasserdurchtrittsmengen, die zumeist schon nach wesentlich kürzerer Versuchsdauer feststellbar sind.

Damit ist eine differenzierte Beurteilung der Bahn mit und ohne Nahtverbindung möglich.

## **5 Zusammenfassung**

Mit der Prüfung der Schlagregensicherheit im Schlagregenlabor der TU Berlin steht ein Verfahren zur Verfügung, das in besonderem Maße geeignet ist, eine Beurteilung der Schlagregensicherheit von Unterdeck- und Unterspannbahnen vorzunehmen. Dabei kann insbesondere die dynamische Einwirkung einer kombinierten Beanspruchung aus Wind und Niederschlag naturgetreu nachgebildet werden.

Es hat sich gezeigt, dass verschiedenartig aufgebaute Unterdeck- und Unterspannbahnen mit den vorstehend erläuterten Beurteilungskriterien differenziert beurteilt werden können. Den Herstellern von Unterdeck- und Unterspannbahnen steht damit ein Instrument für die Entwicklung von Bahnen zur Verfügung, die im Hinblick auf die Schlagregensicherheit optimiert werden sollen.

Vom ZVDH wird neben der Einstufung in die Klassen UDB-A und UDB-B als regensichere Behelfsdeckung auch der Nachweis der Schlagregensicherheit gemäß dem Produktdatenblatt für diffusionsoffene Unterdeckbahnen für erweiterte Anwendungen (UDB-eA) gefordert.

Hinausgehend über die beschriebene Untersuchung an diffusionsoffenen Unterdeckbahnen mit und ohne Nahtverbindung, können weitere Systemkomponenten und Zubehör von Unterdeck- und Unterspannbahnen für eine Nahtsicherung, die Ausbildung von Durchdringungen sowie An- und Abschlüsse auf Schlagregensicherheit gemäß den Anforderungen des Produktdatenblatts (UDB-eA) überprüft werden.