

4. FRP-Sheets (Gelege/Gewebe) für das Handlaminieren

Die S&P Sheets (Gelege/Gewebe) können im Trocken- oder Nassverfahren bzw. als vorimprägnierte Prepregs appliziert werden. Die Aufgabe der Matrix besteht darin, die Kräfte aus einer Faser in die nächste Faser bzw. in den Untergrund einzuleiten. Für die Bemessung der Tragwerksverstärkung werden nur der theoretische Faserquerschnitt sowie die theoretischen Faserkennwerte herangezogen. Die theoretische Sheet-Dicke für die Bemessung eines Geleges resp. Gewebes wird wie folgt bestimmt:

Sheetquerschnitt



$$\text{Theoretische Sheet-Dicke} = \frac{\text{Fasergewicht in Verstärkungsrichtung}}{\text{Dichte der Verstärkungsfaser}}$$

Beim Handlaminieren ist die Faseranordnung applikationsbedingt nicht immer optimal. Auch besteht die Gefahr, dass die Fasern beim Anrollen beschädigt werden. Aus diesem Grund ist es zu empfehlen, den theoretischen Elastizitätsmodul der Faser für die Bemessung um einen Reduktionsfaktor (γ) abzumindern. Der Reduktionsfaktor berücksichtigt auch die unterschiedlichen Dauerhaftigkeiten speziell die Alkalibeständigkeit der verschiedenen Fasertypen sowie die Applikationsmethode.

Der empfohlene Reduktionsfaktor (γ) beträgt:

für S&P C-Gelege (gestreckte Faseranordnung/maschinell appliziert)	$\gamma = 1.1 - 1.2$
für S&P A-Gewebe	$\gamma = 1.2 - 1.4$
für S&P G-Gewebe	$\gamma = 1.5 - 1.8$

Die theoretischen Kennwerte der S&P Sheets für das Handlaminieren werden nachfolgend aufgelistet.

4.1 S&P A-Sheet 120

Gelege aus Aramidfasern für Trocken- und Nassapplikation

Technische Daten der Faser (Uni-Directional)	290 g/m²
Elastizitätsmodul (kN/mm ²)	120
Zugfestigkeit (N/mm ²)	2900
Fasergewicht (g/m²) (Haupttrichtung)	290
Flächengewicht Sheet (g/m ²)	320
Dichte (g/cm ³)	1.45
Bruchdehnung %	2.5
Dicke für Bemessung Fasergewicht/Dichte (mm)	0.20
Theoretischer Querschnitt für Bemessung 1000 mm Breite (mm ²)	200
Abminderungsfaktor für Bemessung (Handlaminieren/UD-Gelege)	1.3 (S&P Empfehlung)
Zugkraft (Bruch) 1000 mm Breite (kN)	$\frac{200 \times 2900}{1.3} = \underline{\underline{446.2}}$
Rollenlieferung: (Spezialgelege auf Anfrage)	Breite: 300 mm Länge: 150 m
Anwendung:	<ul style="list-style-type: none"> • Aufprallschutz • Explosionsschutz

4.2 S&P A-Strap

Band für aktive (vorgespannte) Umschnürungen aus Aramidfasern

Technische Daten der Faser (Uni-Directional)	S&P A-Strap
Elastizitätsmodul unverdreh (kN/mm ²)	120
Zugfestigkeit (N/mm ²)	2900
Fasergewicht (g/m ²) (Haupttrichtung)	15 Bänder à 19.3 g = 290
Empfohlene Vorspannkraft für 15 Bänder à 1000 mm Stützhöhe ($\epsilon \sim 1.0-1.2\%$) (kN)	200
Zugkraft (Bruch) 1000 mm Breite (15 Bänder) (kN)	580
Rollenlieferung:	Breite: 30 mm Länge: 50 m
Anwendung:	<ul style="list-style-type: none"> • Aktive Umschnürung • Seismische Nachverstärkung von Stützbauteilen • Spezial Anwendungen

4.3 S&P C-Sheet 240

Gelege aus Carbonfasern für Trocken- und Nassapplikation

Technische Daten der Faser (Uni-Directional)	200 g/m ²	300 g/m ²	400 g/m ²	600 g/m ²
Elastizitätsmodul (kN/mm ²)	240	240	240	240
Zugfestigkeit (N/mm ²)	3800	3800	3800	3800
Fasergewicht (g/m²) (Haupttrichtung)	200	300	400	600
Flächengewicht Sheet (g/m ²)	230	330	430	640
Dichte (g/cm ³)	1.7	1.7	1.7	1.7
Bruchdehnung %	1.55	1.55	1.55	1.55
Dicke für Bemessung Fasergewicht/Dichte (mm)	0.117	0.176	0.234	0.352
Theoretischer Querschnitt für Bemessung 1000 mm Breite (mm ²)	117	176	234	352
Abminderungsfaktor für Bemessung (Handlaminieren/UD-Gelege)	1.2 (S&P Empfehlung)	1.2 (S&P Empfehlung)	1.2 (S&P Empfehlung)	1.2 (S&P Empfehlung)
Zugkraft (Bruch) 1000 mm Breite (kN)	$\frac{117 \times 3800}{1.2} = \underline{\underline{370.5}}$	$\frac{176 \times 3800}{1.2} = \underline{\underline{557.3}}$	$\frac{234 \times 3800}{1.2} = \underline{\underline{744.0}}$	$\frac{352 \times 3800}{1.2} = \underline{\underline{1114.6}}$
Zugkraft 1000 mm Breite bei $\epsilon = 0.6\%$ für Bemessung (kN)	140	211	282	422
Rollenlieferung: (Spezialgelege auf Anfrage)	Breite: 300 oder 600 mm Länge: 150 m	Breite: 300 oder 600 mm Länge: 150 m	Breite: 300 oder 600 mm Länge: 100 m	Breite: 300 oder 600 mm Länge: 100 m
Anwendung:	<ul style="list-style-type: none"> • Biegezugverstärkung bei tiefen Verstärkungsgraden resp. Traggründen mit tiefer Eigenzugfestigkeit • Umschnürung von Stützen (Laststeigerung) • Bügelbewehrung für Stützen 			

Hinweis: Unterschiedliche Flächengewichte auf Anfrage.

4.4 S&P C-Sheet 640

Gelege aus Carbonfasern für Trocken- und Nassapplikation

Technische Daten der Faser (Uni-Directional)	400 g/m²
Elastizitätsmodul (kN/mm ²)	640
Zugfestigkeit (N/mm ²)	2650
Fasergewicht (g/m²) (Hauptrichtung)	400
Flächengewicht Sheet (g/m ²)	430
Dichte (g/cm ³)	2.1
Bruchdehnung %	0.4
Dicke für Bemessung Fasergewicht/Dichte (mm)	0.190
Theoretischer Querschnitt für Bemessung 1000 mm Breite (mm ²)	190
Abminderungsfaktor für Bemessung (Handlaminieren/UD-Gelege)	1.2 (S&P Empfehlung)
Zugkraft (Bruch) 1000 mm Breite (kN)	$\frac{190 \times 2650}{1.2} = \underline{\underline{419.6}}$
Zugkraft 1000 mm Breite bei $\epsilon = 0.2\%$ für Bemessung (kN)	203
Rollenlieferung: (Spezialgelege auf Anfrage)	Breite: 300 mm Länge: 50 m
Anwendung:	<ul style="list-style-type: none"> • Externe Schubverstärkung • Endverankerung der S&P Lamelle CFK

4.5 S&P G-Sheet E 50/50, S&P G-Sheet AR 50/50

Gewebe aus E- oder AR-Glasfasern für Trockenapplikation

Technische Daten der Faser (Längs- und Querrichtung)	E-Glas	AR-Glas
Elastizitätsmodul (kN/mm ²)	73	65
Zugfestigkeit (unbearbeitetes Filament) (N/mm ²)	3400	3000
Flächengewicht Sheet (total 350 g/m²) (g/m²)	175 in beide Richtungen	175 in beide Richtungen
Dichte (g/cm ³)	2.6	2.68
Bruchdehnung %	4.5	4.3
Dicke für Bemessung Fasergewicht/Dichte (mm)	0.067	0.065
Theoretischer Querschnitt für Bemessung 1000 mm Breite (mm ²)	67 (Faserquerschnitt je Richtung)	65 (Faserquerschnitt je Richtung)
Abminderungsfaktor für Bemessung (Handlaminieren/Gewebe)	1.4 (S&P Empfehlung)	1.4 (S&P Empfehlung)
Zugkraft (Bruch) 1000 mm Breite (kN)	$\frac{67 \times 3400}{1.4} = \underline{\underline{162.7}}$ je Richtung	$\frac{65 \times 3000}{1.4} = \underline{\underline{139.3}}$ je Richtung
Rollenlieferung: (Spezialgelege auf Anfrage)	Breite: 670 mm Länge: 50 m	
Anwendung:	<ul style="list-style-type: none"> • Explosionsschutz • Verstärken von Mauerwerk oder historischer Bausubstanz • Seismische Verstärkung 	

4.6 S&P G-Sheet E 90/10 A, S&P G-Sheet AR 90/10 A Gewebe aus E- oder AR-Glasfasern für Trockenapplikation

Technische Daten der Faser (Längsrichtung)	E-Glas	AR-Glas
Elastizitätsmodul (kN/mm ²)	73	65
Zugfestigkeit (unbearbeitetes Filament) (N/mm ²)	3400	3000
Flächengewicht Sheet (total 440 g/m²) (g/m²)	400 in Längsrichtung	400 in Längsrichtung
Dichte (g/cm ³)	2.6	2.68
Bruchdehnung %	4.5	4.3
Dicke für Bemessung Fasergewicht/Dichte (mm)	0.154	0.149
Theoretischer Querschnitt für Bemessung 1000 mm Breite (mm ²)	154 (Faserquerschnitt in Längsrichtung)	149 (Faserquerschnitt in Längsrichtung)
Abminderungsfaktor für Bemessung (Handlaminieren/Gewebe)	1.4 (S&P Empfehlung)	1.4 (S&P Empfehlung)
Zugkraft (Bruch) 1000 mm Breite (kN)	$\frac{154 \times 3400}{1.4} = \underline{\underline{374.0}}$ Längsrichtung	$\frac{149 \times 3000}{1.4} = \underline{\underline{319.3}}$ Längsrichtung
Querrichtung:	• 10 % der identischen Faser laufen in Querrichtung	
Rollenlieferung: (Spezialgelege auf Anfrage)	Breite: 670 mm Länge: 50 m	
Anwendung:	• Seismische Verstärkung von Stützbauteilen im Trockenverfahren	

4.7 S&P G-Sheet E 90/10 B, S&P G-Sheet AR 90/10 B Gewebe aus E- oder AR-Glasfasern für Nassapplikation

Technische Daten der Faser (Längsrichtung)	E-Glas	AR-Glas
Elastizitätsmodul (kN/mm ²)	73	65
Zugfestigkeit (unbearbeitetes Filament) (N/mm ²)	3400	3000
Flächengewicht Sheet (total 880 g/m²) (g/m²)	800 in Längsrichtung	800 in Längsrichtung
Dichte (g/cm ³)	2.6	2.68
Bruchdehnung %	4.5	4.3
Dicke für Bemessung Fasergewicht/Dichte (mm)	0.308	0.299
Theoretischer Querschnitt für Bemessung 1000 mm Breite (mm ²)	308 (Faserquerschnitt in Längsrichtung)	299 (Faserquerschnitt in Längsrichtung)
Abminderungsfaktor für Bemessung (Handlaminieren/Gewebe)	1.4 (S&P Empfehlung)	1.4 (S&P Empfehlung)
Zugkraft (Bruch) 1000 mm Breite (kN)	$\frac{308 \times 3400}{1.4} = \underline{\underline{748.0}}$ Längsrichtung	$\frac{299 \times 3000}{1.4} = \underline{\underline{640.7}}$ Längsrichtung
Querrichtung:	• 10 % der identischen Faser laufen in Querrichtung	
Rollenlieferung: (Spezialgelege auf Anfrage)	Breite: 670 mm Länge: 50 m	
Anwendung:	• Seismische Verstärkung von Stützbauteilen im Nassverfahren	

4.9 S&P Resicem **Laminierharz (wasserdampfoffen)**

Anwendung

S&P Resicem wird als Laminierharz für die folgenden S&P Sheet-Systeme eingesetzt:

S&P C-Sheet

S&P G-Sheet

S&P A-Sheet

Aufgrund der guten Benetzbarkeit sowie Standfestigkeit können alle S&P FRP Systeme maschinell verarbeitet werden. S&P Resicem eignet sich auch als Korrosionsschutz für die bestehende Innenbewehrung.

Materialbeschreibung

Lösungsmittelfreies, 3-Komponenten-Epoxidharz mit formuliertem Amin-Härter. Das Produkt ist mit Spezialelementen sowie zusätzlichen Füllstoffen und Zusätzen angereichert.

Wirkung

S&P Resicem ist in ausgehärtetem Zustand beständig gegen Laugen, verdünnte Säuren, Salzlösungen, Mineralöl und aliphatische Kohlenwasserstoffe. S&P Resicem ist dauer- temperatur- und temperaturwechselbeständig im Bereich von -30°C bis +80°C bei Trockenbelastung und bis +50°C bei Nassbelastung.

Untergrundvorbereitung

Zementgebundene Flächen mit bis zu 10 - 12 % Restfeuchtigkeit, müssen sauber, frei von losen Teilen, fett- und ölfrei sein.

Verarbeitung

S&P Resicem wird in abgestimmtem Mischverhältnis geliefert. Die Härterkomponente (Komp. II) wird in das Harz (Komp. I) geschüttet. Das Durchmischen der beiden Komponenten erfolgt idealerweise mit einem langsam drehenden Rührwerk. Anschliessend wird das Pulver (Komp. III) zugegeben. Es muss nochmals ausgiebig gemischt werden, wobei auch von den Seiten und vom Boden her gründlich aufgerührt werden muss, damit alle Komponenten auch in senkrechter Richtung gleichmässig verteilt werden. Die Mischung muss durch das Aufrühren homogen, d.h. schlierenfrei werden. Die Temperatur der Komponenten soll beim Zusammenmischen idealerweise 15° - 20°C betragen. Bei höheren Temperaturen wird die Verarbeitungszeit wesentlich verkürzt.

Vorsichtsmassnahmen

S&P Resicem ist nach der Aushärtung physiologisch unbedenklich. Der Härter (Komp. II) ist ätzend. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass die Haut weder mit dem Harz (Komp. I) noch mit dem Härter (Komp. II) in Berührung kommt. Es empfiehlt sich, bei den Arbeiten Gummihandschuhe zu tragen. Verschmutzungen der Haut sind sofort mit Seife und viel Wasser zu reinigen. Gelangen Spritzer in die Augen, ist sofort mit viel Wasser auszuspülen und mittels einer Augenwaschflasche (erhältlich in Drogerien) nachzuspülen. Sofort einen Arzt aufsuchen.

Reinigung der Arbeitsgeräte

Alle Arbeitsgeräte müssen bei einer Arbeitsunterbrechung >30 Minuten mit S&P Cleaner gründlich und sorgfältig gereinigt und ausgewaschen werden.

Technische Daten

(Die Richtwerte beziehen sich auf 20°C und 50% relative Luftfeuchtigkeit.)

Dichte	1.36 kg/l	
Mischverhältnis	4 kg Harz+2 kg Härter+4 kg Pulver = 10 kg	
Wärmedehnung	< 50 x 10 ⁻⁶ m/m°K	
Verarbeitungstemperatur	+ 8°C to +35°C	
Verarbeitungszeit bei	+10°C	3 Std.
	+20°C	50 Min.
	+30°C	35 Min
Staubdrocken nach	4 Std.	
Durchhärtezeit	7 Tag	
Zugfestigkeit nach	7 Tagen	> 20 MPa
E-Modul	+20°C	> 5,000 N/mm ²
Frost-Tausalz-Beständigkeit	hoch	
Haftzugfestigkeit auf Beton	Betonbruch	
Haftung auf Stahl / FRP	> 12 N/mm ²	
Haftung auf FRP Systemen	> 12 N/mm ²	
μH ₂ O nach	10 Tagen	16'000
	21 Tagen	6'400
	35 Tagen	ca. 5'200
Mit fortschreitender Prüfdauer wird Wasserdampfdurchlässigkeit erreicht.		
Giftklasse	Komp. I	9
Giftklasse	Komp. II	8
Giftklasse	Komp. III	frei
Verpackungsgruppe / UN-Nr.	Komp. I	III / 3082
	Komp. II	III / 2735

Lieferform

Einheit zu 10 kg oder Container zu 1'000 l

Lagerung

Im Originalgebinde bei +10°C bis +25°C mindestens 24 Monate

4.10 S&P Resin Epoxy 55 und S&P Resin Epoxy 50 Laminierharz

Anwendung

S&P Resin Epoxy 55/50 wird als Laminierharz für die folgenden S&P Sheet Systeme eingesetzt:

S&P C-Sheet
S&P G-Sheet
S&P A-Sheet

Aufgrund der guten Benetzbarkeit sowie Standfestigkeit können FRP Systeme bis 400 g/m² einlaminieren werden. Sheets von 400-800 g/m² werden mit S&P Resin Epoxy 55/50 vorimprägniert und nass appliziert.

Materialbeschreibung

Lösungsmittelfreies, farbloses 2-Komponenten-Epoxidharz mit formuliertem Amin-Härter.

Wirkung

S&P Resin Epoxy 55/50 ist in ausgehärtetem Zustand beständig gegen Laugen, verdünnte Säuren und Salzlösungen, Mineralöle sowie aliphatische Kohlenwasserstoffe. S&P Resin Epoxy 55/50 ist wetterbeständig und fast vergilbungsfrei. S&P Resin Epoxy 55/50 ist dauer-temperatur- und temperaturwechselbeständig im Bereich von -30°C bis + 80°C bei Trockenbelastung und bis +40°C bei Nassbelastung.

Verarbeitung

S&P Resin Epoxy 55/50 wird in abgestimmten Mischverhältnissen geliefert. Der Härter (Komp. II) wird in das Harz (Komp. I) geschüttet. Es ist darauf zu achten, dass der Härter restlos ausläuft. Das Durchmischen der beiden Komponenten erfolgt idealerweise mit einer langsam laufenden Bohrmaschine mit Rührwerk. Es ist sehr gründlich zu mischen, wobei auch von den Seiten und vom Boden her gründlich aufgerührt werden muss, damit sich der Härter auch in senkrechter Richtung gleichmässig verteilt. Die Mischung muss durch das Aufrühren homogen, d.h. schlierenfrei werden. Die Temperatur der beiden Komponenten soll beim Zusammenmischen idealerweise 15° - 20°C betragen. Bei höheren Temperaturen wird die Verarbeitungszeit wesentlich verkürzt.

S&P Resin Epoxy 55/50 ist nach der Applikation ca. 6 - 8 Stunden vor Feuchtigkeitseinflüssen zu schützen. Sollte es in dieser Zeit doch zu einer Feuchtigkeitseinwirkung kommen, so tritt eine Weissverfärbung und Klebrigkeit an der Oberfläche auf, während das darunter befindliche Harz jedoch einwandfrei aushärtet. Die Weissverfärbung bzw. Klebrigkeit vermindert bzw. verhindert die Haftung einer nachfolgenden Beschichtung.

Vorsichtsmassnahmen

S&P Resin Epoxy 55/50 ist nach der Aushärtung physiologisch unbedenklich. Der Härter (Komp. II) ist ätzend. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass die Haut weder mit dem Harz (Komp. I) noch mit dem Härter (Komp. II) in Berührung kommt. Es empfiehlt sich, bei den Arbeiten Gummihandschuhe zu tragen. Verschmutzungen der Haut sind sofort mit Seife und viel Wasser zu reinigen. Gelangen Spritzer in die Augen, ist sofort mit viel Wasser auszuspülen und mittels einer Augenwaschflasche (erhältlich in Drogerien) nachzuspülen. Sofort einen Arzt aufsuchen.

Reinigung der Arbeitsgeräte

Alle Arbeitsgeräte müssen bei einer Arbeitsunterbrechung > 15 Minuten mit S&P Cleaner gründlich und sorgfältig gereinigt und ausgewaschen werden.

Sicherheitshinweise

Gefahren-, Sicherheits- und Entsorgungshinweise entnehmen Sie bitte dem EG-Sicherheitsdatenblatt und der Gebindeetikette.

Technische Daten

(Die Richtwerte beziehen sich auf 20°C und 50 % relative Luftfeuchtigkeit)

Dichte	1.11 kg/l	
Mischverhältnis Gewichtsteile	2:1 (Harz zu Härter)	
Wärmedehnung	70 x 10 ⁻⁶ m/m °K	
Glastemperatur	48°C	
Verarbeitungstemperatur	+8°C to +35°C	
Verarbeitungszeit bei	+ 10°C	3 Std.
	+ 20°C	45 Min.
	+ 30°C	30 Min.
Staubtrocken nach	4 Std.	
Durchhärtungszeit	7 Tagen	
Zugfestigkeit nach	7 Tagen	35 MPa
Bruchdehnung	8 - 10 %	
Haftzugfestigkeit auf Beton	Betonbruch	
Haftzug auf Stahl / FRP	> 15 N/mm ²	
Giftklasse	Komp. I	9
Giftklasse	Komp. II	8
Verpackungsgruppe / UN-Nr.	Komp. I	III / 3082
	Komp. II	III / 2735

Lieferform

Einheit zu 6 kg oder Container zu 1'000 l

Lagerung

Im Originalgebilde bei +5°C bis +25°C 12 Monate