



# High-tech materials for the highest demands in lightweight construction

Michael Ertel, Lamilux Composites

## TEST METHODS AND TEST SERIES IN THE QUALITY ASSURANCE OF FIBRE-REINFORCED COMPOSITES

Carbon and glass-fibre reinforced composites are setting future trends in many industrial sectors. Energy-efficient, "green" mobility is one example, where the lightweight construction of car bodies and superstructures play a key role when it comes to cutting fuel consumption by making significant weight reductions. Design engineers need highly sophisticated materials that are not only very lightweight, but also highly stable, durable and resistant to environmental influences. But how can developers be sure that the materials will precisely meet their expectations? "Only through the use of

uninterrupted quality controls carried out by the manufacturer", says engineer Dr. Gerd Puchta. Gerd Puchta is Director of Development at Europe's leading producer of panels and sheeting made of glass-fibre reinforced composites, Lamilux. The company, as the world's first glass-fibre reinforced plastic manufacturer, has recently opted to have the



Production line for fibre-reinforced composites  
Linea di produzione per compositi fibro rinforzati



The role of fibre-reinforced composites  
Il ruolo dei compositi fibro-rinforzati

majority of its laboratory and test facilities appraised and inspected by the TÜV Süd technical inspection agency, thus imposing

the highest quality standards on itself. A total of nearly 20 laboratory and test facilities have been successfully assessed and tested. The tasks that manufacturers of glass-fibre reinforced plastics,



# Materiali high-tech per le nuove costruzioni leggere

Michael Ertel, Lamilux Composites

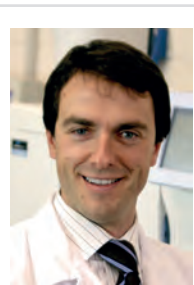
## TEST E METODOLOGIE PER LA GARANZIA QUALITATIVA DEI COMPOSITI FIBRO-RINFORZATI

*I compositi rinforzati con fibra di carbonio e fibra di vetro stanno definendo le tendenze del futuro in molti settori industriali. La mobilità "verde" basata sul principio dell'efficienza energetica è un esempio in cui la riduzione del peso delle carrozzerie e delle sovrastrutture delle auto giocano un ruolo determinante nella riduzione dei consumi di combustibile. I progettisti hanno bisogno di materiali sofisticati che siano non solo molto leggeri, ma anche molto stabili, durevoli nel tempo e resistenti agli agenti atmosferici. Ma come può chi si occupa di sviluppo dei prodotti essere sicuro che i materiali*

*soddisferanno i requisiti necessari? "Soltanto grazie all'uso di controlli costanti ad opera dei produttori", ha affermato il Dott. Gerd Puchta, direttore dello sviluppo di Lamilux, leader europeo della produzione di pannelli e laminati, realizzati con compositi rinforzati con fibra di vetro. L'azienda, quale prima produttrice al mondo di vetroresina, ha recentemente deciso di far valutare e ispezionare la maggior parte delle strutture dedicate ai test e dei laboratori da*

*parte di TÜV Süd (agenzia di controllo), imponendo così a se stessa i più alti standard qualitativi. Un totale di quasi 20 laboratori e strutture dedicate all'esecuzione di test sono state quindi valutate e ispezionate con successo. Il compito che i produttori di vetroresina devono svolgere è molto chiaro, dal momento che valutano la qualità dei loro materiali in base alla domanda dell'industria automobilistica. Adottando per i test standard tecnologicamente molto*

*avanzati, è essenziale garantire tutte le proprietà positive del prodotto offrendo grandi vantaggi ai materiali nella pratica di uso quotidiano. Per il Dr. Puchta ciò significa che: "I compositi fibro-rinforzati devono essere sottoposti a procedure di garanzia della qualità per tutte le fasi del loro sviluppo e di produzione." I numerosi test eseguiti sui laminati compositi fibro-rinforzati valutano principalmente le qualità meccaniche, fisiche e ottiche dei materiali. Altri test prendono in esame la stabilità, la durabilità, la resistenza UV e la resistenza all'invecchiamento atmosferico dei materiali.*



Dr. Gerd Puchta

who base the quality of their materials on the high demands of the automotive industry, have to meet are clear: Using sophisticated test technology standards, it is essential to secure all positive product properties which provide the great benefits of the materials in practical use. For Dr. Puchta this means: "Fibre-reinforced composites must be subject to extensive quality assurance procedures throughout all stages of their development and production." The numerous tests performed on the fibre-reinforced composite sheets focus mainly on the mechanical, physical and optical qualities of the materials. Further tests examine the stability, durability, UV resistance and resistance to weathering of the materials.

**The greatest resistance – even against frontal loading**

The impact test In many fields of application, fibre-reinforced composites need to be highly resistant to strong, frontal forces. The impact test is a particularly meaningful test method, since the forces that are applied to the materials – such as blows to the side panels of trucks or the impact of hailstones on caravan roofs – are modelled extremely realistically. The impact test provides the most important results relating to the robustness of the material and its expected service life in daily use. The principle aim is to prevent breaks and indentations caused by strong forces. The impact properties are tested by means of the ball-drop test. A hemispherical steel ball with

a diameter of 20 millimetres is dropped at right-angles onto the surface of the material. The drop height can measure up to one metre and the ball can weigh up to two kilograms depending on the desired test load.

**Materials in comparison – which is more robust?**

**The impact resistance test according to Charpy**

The Charpy impact resistance test provides an excellent data resource for comparing the robustness of fibre-reinforced composites with other materials, such as aluminium or steel sheets. Lamilux performs these tests in accordance with the standards DIN EN ISO 179, DIN 53435 and DIN EN ISO 180. The impact bending test is used to test the technical material properties with regard to resistance against strong applied forces. The data provided by the test is particularly meaningful since it allows direct comparisons

to be made with other types of materials and helps to prevent breaks and indentations.

A pendulum hammer strikes the constrained material sample. This produces a sudden impact on the material, finally resulting in its failure. This test demonstrates the impact resistance and the brittle fracture resistance of the material, while also determining the amount of energy absorbed and the material's energy absorption capacity.

**Extreme applied forces – up to the maximum loading capacity**

**The tension and bending tests**

Different types of material applications place different demands on the loading capacity of the fibre-reinforced composites. When developing new lightweight materials, therefore, it is essential to comply with the customer's specifications exactly and to document the stability values

Impact test  
Test di impatto



**Massima resistenza – anche con carichi frontali**

Nel test di impatto in molti campi di applicazione, i compositi fibro-rinforzati devono essere molto resistenti alle forze frontali. Il test di impatto è un metodo di test particolarmente significativo dal momento che le forze a cui i materiali sono sottoposti, come i colpi sulle fiancate dei camion, l'impatto prodotto dalla grandine sui tetti dei caravan, vengono caratterizzate in modo molto realistico. Il test di impatto dà i risultati più rilevanti relativamente alla

robustezza del materiale e alla vita utile prevista per l'uso quotidiano. La finalità perseguita è la prevenzione di rotture e di scalfitture causate da forze notevoli. Le proprietà di resistenza all'urto vengono esaminate mediante il test della caduta libera dei gravi. Una palla d'acciaio di forma sferica con diametro di 20 millimetri viene fatta cadere ad angolo retto sulla superficie del materiale. L'altezza di caduta può arrivare a 1 metro e la palla può pesare fino a due chilogrammi a seconda del test di carico che si intende effettuare.

**Materiali a confronto – qual è il più robusto?**

Il test Charpy di resistenza all'urto, fornisce dati eccellenti per comparare la resistenza dei compositi fibro-rinforzati con altri materiali quali l'alluminio o i laminati d'acciaio. Lamilux esegue questi test in base alle normative DIN EN ISO 179, DIN 53435 e DIN EN ISO 180. Il test della flessione da urto viene adottato per esaminare le proprietà tecniche del materiale riguardo alla resistenza contro le ingenti forze a cui viene sottoposto. I dati forniti dal test sono particolarmente significativi dal momento che consentono una comparazione diretta



Impact resistance test according to Charpy Test Charpy

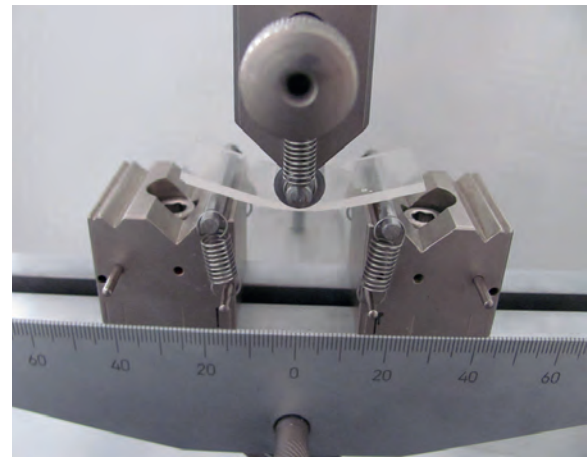
with the greatest precision. The company provides verification by means of tensile testing in accordance with DIN EN ISO 527 and the three-point flexural test as per DIN EN ISO 142125, EN 2562 and EN 2746.

Bending and tensile strength tests are used primarily to analyse the robustness and durability of the fibre-reinforced composites. The test data shows the extreme loading values at which the material fails and allows direct

comparisons to be made with other materials such as aluminium or steel. This information is used as the basis for developing special tailor-made materials for specific applications.

In tensile testing, a test sample is clamped in place and a uniaxial tensile force is applied. Values for the tensile strength, the module of elasticity, the elongation at break and the Poisson's ratio can all be read from the resulting stress-strain curve.

Bending test  
Test di piegatura



con altri tipi di materiali aiutando a prevenire rotture e scalfitture. Il martello a pendolo colpisce il campione di materiale bloccato producendo un urto improvviso sul materiale stesso e causandone alla fine la rottura. Il test dimostra la resistenza all'urto e alla crepatura del materiale, determinando la quantità di energia assorbita e la capacità di assorbimento di energia.

#### **Applicazione di forze estreme fino alla capacità di carico massimo**

##### **I test di trazione e flessione**

Le diverse tipologie di applicazione dei materiali pongono differenti quesiti in merito alla capacità di carico dei compositi fibro-rinforzati. Nello sviluppo dei nuovi materiali leggeri, quindi, è essenziale conformarsi precisamente alle specifiche

del cliente e documentare i valori di stabilità con grande precisione. L'azienda fornisce la convalida mediante il test della resistenza a trazione secondo DIN EN ISO 527 e il test della flessione a tre punti come da DIN EN ISO 142125, EN 2562 e EN 2746.

I test di resistenza a trazione e flessione sono effettuati principalmente per analizzare la resistenza e la durabilità dei compositi fibro-rinforzati. Il test fornisce i valori di carico estremo di rottura del materiale e permette una analisi comparata diretta con altri materiali quali l'alluminio o l'acciaio. Queste informazioni sono utilizzate come base di partenza da cui sviluppare materiali messi a punto specificatamente per determinate applicazioni.

Nel test della resistenza a trazione,







Barcol hardness test  
Test Barcol di durezza

In the three-point flexural test, the material is flexed and subjected to strong tensile and compressive forces at the edge fibres. Here too, a stress-strain curve is generated, which can be used to determine the flexural strength, the module of elasticity and the elongation at break.

**Uniform hardness for all reproduced materials qualities**

**The Barcol hardness test**

The production of uniform material quality is one of the greatest benefits of continuous flat trajectory production. The recurring inspection of the hardness of the material surface

has high priority. This inspection is conducted in line with the Barcol hardness test pursuant to DIN EN ISO 59.

The Barcol hardness test examines the optimum hardening behaviour of the material. The tests ensure scratch- and tear-resistant surfaces by generating balanced material hardness.

The Barcol hardness test is a quick test for production monitoring. The test determines how deep

a pointy object equipped with a certain load must penetrate the material surface.

**Material resistance – Simulations according to automotive standards.**

**The xenon arc lamp/SUN test**

The resistance of fibre-reinforced composites is one of the most important quality criteria. Excellent results have already been achieved by continuously optimising the resin formulations. The xenon arc lamp test, in accordance with DIN EN ISO 4892-2, is a test method that has proved its worth, particularly in the automotive industry, for investigating resistance to weathering. The SUN test analyses the light-fastness and

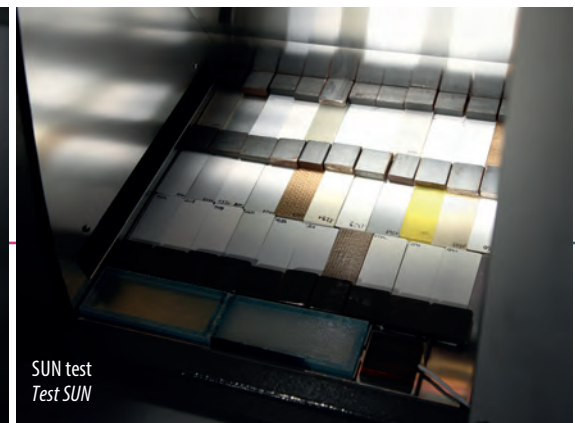
colour-fastness of the material. The weathering resistance and light-fastness tests are carried out under constant conditions that can be reproduced at any time. The tests are used primarily to determine the length of service life and the colour-fastness of the fibre-reinforced composites, to ensure that the material retains its attractive appearance for as long as possible.

The xenon arc lamp test investigates resistance to weathering. The test involves exposing material samples to rapid weathering for more than 1,000 hours in a simulated environment.

The SUN test analyses the long-term light-fastness and colour-fastness of the material. Material samples are exposed to UV light



Xeno arc lamp test  
Test della lampada arco xeno



SUN test  
Test SUN

*un campione viene bloccato e si applica la forza di trazione. I valori di resistenza a trazione, il modulo di elasticità, l'allungamento a rottura e il rapporto di Poisson possono essere tutti letti sulla risultante curva di sollecitazione-deformazione. Nel test di flessione su tre punti, il materiale viene piegato e sottoposto a ingenti forze di trazione e di compressione sui margini delle fibre. Anche in questo caso, si genera una curva di sollecitazione-deformazione, che può essere utilizzata per determinare la resistenza alla flessione, il modulo di elasticità e l'allungamento a rottura.*

**Durezza uniforme per tutte le tipologie di materiale riprodotte**

**Il test della durezza Barcol**

La produzione di un materiale di

qualità uniforme rappresenta uno dei principali vantaggi offerti dalla produzione continua a traiettoria piana. L'ispezione costante della durezza superficiale del materiale è prioritaria. Il controllo è condotto in linea con il test della durezza Barcol in base a DIN EN ISO 59.

Il Barcol test prende in esame la migliore durezza del materiale. I test confermano la resistenza alla scalfittura e allo strappo delle superfici creando una durezza bilanciata del materiale.

Questo è un test veloce per il monitoraggio della produzione. Il test determina la profondità a cui può arrivare nella superficie del

materiale un oggetto appuntito sotto un certo carico.

**Resistenza del materiale simulazione in base agli standard del settore automobilistico**

**Il test della lampada ad arco xeno/SUN**

La resistenza dei compositi fibro-rinforzati rappresenta uno dei criteri di qualità più importanti. Sono già stati raggiunti eccellenti risultati continuando ad ottimizzare le formulazioni a base di resine. Il test della lampada ad arco xeno, secondo DIN EN ISO 4892-2 è un metodo di test che si è dimostrato

valido, in particolare nell'industria automobilistica, per compiere ricerche sulla resistenza all'invecchiamento atmosferico. Il test SUN analizza la stabilità alla luce e al colore del materiale.

I test della resistenza alle intemperie e la fotostabilità sono eseguiti in condizioni costanti che possono essere riprodotte in qualsiasi momento. I test sono utilizzati principalmente per determinare la durata utile e la stabilità della tinta dei compositi fibrorinforzati e garantire che il materiale conservi le proprietà estetiche quanto più a lungo possibile.

Il test della lampada ad arco xeno



for 250, 500 and 1,000 hours, after which they are removed from the test rig and checked for colour deviations and changes in the material.

**Stable and in great shape – at any temperature**

**The Dynamic mechanical analysis (DMA)**

One of the most important techniques to determine the stability of fibre-reinforced composites at various temperatures is the dynamic mechanical analysis (DMA). This analysis examines the mechanical and viscoelastic behaviour based on the respective temperature.

The dynamic mechanical analysis secures heat stability of materials and examines the degree of hardness. Because: For most applications – for instance roofs and walls in caravans and mobile homes, vehicles bodies and trailers – high mechanical load capacity is required in all temperature

situations. To obtain the most relevant insight on strength and rigidity in various temperature situations, the material is sent through a temperature ramp. The rheometer is used as a testing and measuring device to examine material behaviour during a temperature range from 0 to 120 degrees Celsius. The result of the measurement is the DMA module.

**Heat, cold, rain, frost – Material resistance put to the hardness test**

**Outdoor weather and hot/cold storage**

Tests conducted under outdoor weathering and hot/cold storage conditions are very realistic conditions of future material applications. These tests are detailed examinations of the long-term behaviour of fibre-reinforced compositions subjected to changing environmental conditions.

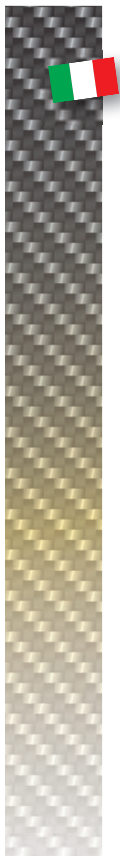
The tests provide essential insight



into how materials behave in the mid- and long-term under the realistic climatic conditions of all seasons. Because: the aim is to avoid any influences of climatic change on the optical and mechanical appearance of the material surface.

Material samples are fixed in a weathering situation during outdoor weather conditions in Arizona (a region with the highest solar density in the world) and Central Europe.

The sample is measured at regular intervals by means of a spectral photometer colourmetrically as well as in terms of the degree of gloss with a further test device. In the case of hot and cold storage, material behaviour is measured in terms of temperature loads and changes in the range of -40 °C to +80 °C. During a climatic exposure test, test specimens are subjected to changing temperature cycles over a longer period of time.



*esamina la resistenza agli agenti atmosferici, utilizzando campioni di materiale esposti al rapido invecchiamento atmosferico per più di 1000 ore in un ambiente artificiale.*

*Il test di invecchiamento accelerato analizza la fotostabilità e la stabilità del colore a lungo termine del materiale. I campioni di materiali sono esposti alla luce UV per 250, 500 e 1000 ore, per essere poi rimossi dalla piattaforma del test e ispezionati dal punto di vista delle variazioni di colore e i cambiamenti avvenute nel materiale.*

**Stabile e in gran forma a qualsiasi temperatura**

**Analisi dinamico-meccanica (DMA)**

*Una delle tecniche più rilevanti per determinare la stabilità dei*

*compositi fibro-rinforzati a varie temperature è l'analisi dinamico-meccanica (DMA).*

*Questa analisi esamina il comportamento meccanico e viscoelastico dipendente dalla temperatura. Le analisi dinamico-meccaniche assicurano la termostabilità dei materiali valutando il grado di durezza. Per molte applicazioni, ad esempio tettucci e pannelli di caravan, roulotte, carrozzerie di veicoli e rimorchi, l'alta capacità meccanica di carico è richiesta in tutte le condizioni climatiche. Per approfondire le conoscenze sulla resistenza e rigidità in varie condizioni climatiche, il materiale viene sottoposto a temperature crescenti. Il reometro è utilizzato come dispositivo di analisi e di misura al fine di esaminare il comportamento del materiale in un range termico variabile da 0 a*

*120 gradi Celsius. Il risultato della misura è il modulo DMA.*

**Caldo, freddo, pioggia, gelo resistenza del materiale con il test della durezza**

**Condizioni climatiche in ambiente esterno e stoccaggio a caldo/freddo**

*I test dell'invecchiamento atmosferico in ambiente esterno e le condizioni climatiche di freddo/caldo sono molto realistici e in linea con le future applicazioni dei materiali. Questi test sono analisi dettagliate della risposta a lungo termine dei composti fibro-rinforzati soggetti alle variazioni delle condizioni climatiche.*

*I test forniscono dati approfonditi sul comportamento dei materiali a medio e lungo termine in condizioni climatiche realistiche per tutte le stagioni. Lo scopo è evitare*

*qualsiasi influsso esercitato dalle variazioni climatiche sulle proprietà meccaniche e ottiche del materiale superficiale.*

*I campioni di materiale vengono fissati in una stazione di invecchiamento atmosferico in Arizona (densità solare più alta nel mondo) e in Europa centrale. Il campione viene misurato a intervalli regolari mediante spettrofotometro verificandone inoltre il grado di brillantezza con un altro dispositivo di analisi.*

*Nel caso di uno stoccaggio a freddo o a caldo, il comportamento del materiale viene valutato in termini di carichi termici e di variazioni nel range variabile da -40 °C a + 80 °C. Durante il test dell'esposizione climatica, i campioni sono sottoposti a cicli di temperature variabili per un periodo di tempo prolungato.*