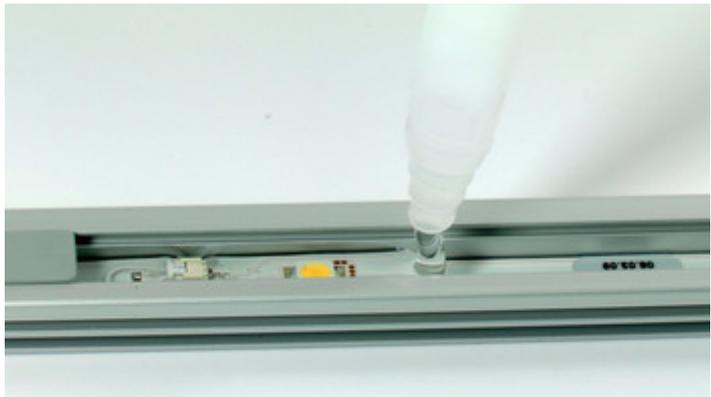


# Polyurethan-Vergussmassen – Erhöhter Schutz für LEDs unter herausfordernden Umgebungsbedingungen

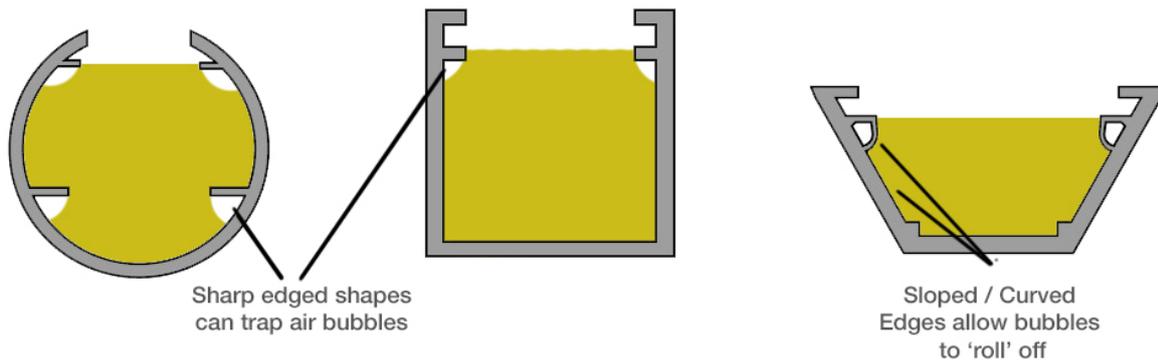
Im Verlauf der letzten 10 Jahre hat die Verwendung von LEDs im privaten Bereich und für kommerzielle Beleuchtung exponentiell stark zugenommen, in vielseitigen Anwendungsbereichen und mit speziellen Funktionen, für die Beleuchtungssysteme mit Glühlampen bzw. Leuchtstoffröhren eben auch einfach nicht geeignet sind. Die Verbesserungen in der Effizienz von LEDs in den vergangenen Jahren führten ebenfalls zu einer erheblichen Verlängerung der Lebensdauer der Komponenten, die nun wesentlich höher ist, als bei beiden traditionellen Beleuchtungstechnologien, Glühlampen bzw. Leuchtstoffröhren. Dies bedeutet, dass in eine Reihe von Anwendungen LED-Leuchtmittel nun als wartungsarm bzw. sogar als wartungsfrei anzusehen sind und somit in großem Umfang zur Straßen-, Verkehrs- und Fahrzeugbeleuchtung eingesetzt werden.



Die potenziellen Energieeinsparungen, die durch den Gebrauch von LEDs erzielt werden können, haben unbestreitbar die weltweite Akzeptanz dieser vergleichsweise neuen Technologie vorangetrieben. Jedoch ist der geringe Energieverbrauch nur einer der Vorteile, die der Gebrauch von LEDs mit sich bringt. Infolge ihrer physischen Eigenschaften – z. B. geringe Größe und relativ geringes Gewicht, haben sie sowohl im Bereich Beleuchtung als auch für Beleuchtungseffekte die Grenzen des bisher Möglichen gesprengt. Dadurch hat sich unsere Auffassung von LEDs effektiv gewandelt, von einem einfachen weißen Leuchtmittelersatz für drinnen zu einem vielfarbigen, ästhetisch ansprechenden Beleuchtungsprodukt, das auch in einigen wirklich anspruchsvollen Umgebungen eingesetzt werden kann.

Die wachsende Vielseitigkeit und Komplexität der Anwendungen schafft neue Herausforderungen in Sachen Schutzmaterialien und Anwender fordern das größtmögliche Leistungslevel. Kurz gesagt, Schutzmaterialien müssen sicherstellen, dass die LED unter allen Umgebungsbedingungen einsatzfähig ist, ganz gleich, ob es sich um eine Anwendung im Innenraum in Europa, eine Straßenbeleuchtung im Freien in Indien oder eine Unterwasserbeleuchtung in Australien handelt. LEDs sind empfindliche elektronische Komponenten und benötigen häufig zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung, Feuchtigkeit und andere Umwelteinflüsse.

Der Einsatz von Gießharzen zum Schutz von LEDs hat sich in den letzten Jahren immer mehr etabliert. Die Wahl des Harzes hängt von einer Reihe unterschiedlicher Faktoren ab; der Viskosität des gemischten Systems, der Topf- und Gelierzeit, der Eigenschaften im flüssigen Zustand, sowie dem Härtegrad, der Dichte, Farbe und Betriebstemperatur des ausgehärteten Harzes. Beim unmittelbaren Schutz einer LED gibt es eine Reihe von grundlegenden Faktoren; der Hauptfaktor unter ihnen ist die Transparenz des eingesetzten Materials, um die maximale Nutzbarkeit des Lichtertrags der LED sicherzustellen. Zusätzlich muss jede potenzielle Veränderung, die im Laufe der Lebensdauer der LED auftreten kann, berücksichtigt werden.



Electrolube hat eine Reihe von Polyurethan-Gießharzen entwickelt, die einen großen Bereich verschiedener geforderter Eigenschaften abdecken und die im Verlauf ihrer Entwicklung für den Bereich des LED-Vergusses weiter optimiert worden sind. Zweikomponentige(2K)-Harz-Systeme wurden entworfen, um die Einfachheit im Umgang und die Fließeigenschaften zu bieten, die dem flüssigen Harz erlauben, in das Gehäuse und um die LEDs herum zu fließen, und doch durch chemische Reaktionen ein vernetztes Polymer zu bilden, das widerstandsfähig ist und gegen die Umwelt schützt.

Polyurethan-Harze sind in vielen verschiedenen Gebindeformen und -größen erhältlich, die entworfen worden sind, um sowohl manuelles als auch maschinelles Mischen und Verarbeiten zu erlauben. Bei der Verarbeitung geringer Mengen oder der Herstellung von Prototypen ist eine Verarbeitung von Hand oft die beste Option. Während für Produktionsserien die maschinelle Verarbeitung bei weitem das bevorzugte Verfahren ist, da sie das Herstellen eines konsistent gemischten Harzes erlaubt, unabhängig vom Bediener der Anlage und der je Baugruppe verwendeten Menge an Gießharz. Mit Sicherheit ist der Einsatz einer Misch- und Dosieranlage die letztlich kostengünstigste Methode der Verarbeitung von Vergussmassen. So gibt es eine Reihe von Herstellern, die entsprechende Anlagen anbieten, abhängig von der Art der Vergussmasse und den zu verarbeitenden Mengen.

Es gibt beim Verguss von LEDs einige wichtige Aspekte zu bedenken. Zum Beispiel ist es wichtig, die Geometrie des Gehäuses und jedweder anderer Teile, wie z.B. Linsen, zu berücksichtigen. Das angemischte Harz wurde entwickelt, um jedes Hindernis in seinem Weg zu umfließen, gibt es jedoch Hinterschneidungen oder Überhänge, können diese potenziell Luft einschließen, was zu schlechter Haftung und Blasenbildung während der Aushärtung führen kann. Wenn eine große Menge Harz in eine einzige Baugruppe eingegossen werden soll, lohnt es sich zu erwägen, die erforderliche Menge in 2 oder 3 Schüben oder Vergusschritten einzubringen. So kann jede Harzschrumpfung berücksichtigt und der Lufteinschluss minimiert werden. Ferner erlaubt das stufenweise Vergießen den Gebrauch eines zweiten Harzes, das eine opake oder farbige Schicht bilden kann, um der Einheit die gewünschten optischen Effekte zu geben.

Die optischen Eigenschaften des ausgehärteten Harzes wurden sorgfältig bewertet, um sicherzustellen, dass die Harze die Farbeigenschaften der LED so weit wie möglich bewahren. Beim Messen der berechneten Farbtemperatur der LED wurde festgestellt, dass es eine Verschiebung in der Temperatur gibt, die proportional zu der Tiefe der Harzschicht ist, die über die LED gegossen wurde. Es ist jedoch möglich, diese Farbverschiebung durch sorgfältiges Auswählen der Art des Harzes und der Schichtdicke, bis zu der vergossen wird, zu steuern.

Natürlich haben wir uns hauptsächlich über die LED selbst unterhalten, die für den Kunden die sichtbarste Komponente der Beleuchtungseinheit ist. Doch es gibt auch noch eine Reihe von weiteren vorhandenen Komponenten, die ebenfalls von einem Einschluss in Harz profitieren würden, um ihre Lebensdauer zu verlängern. Dazu zählen Transformatoren, Sensoren, Kondensatoren und Widerstände. Für diese Komponenten gibt es eine Vielzahl von Gießharzen und Wärmeleitmaterialien, die speziell entwickelt wurden, um die Lebensdauer der gesamten Einheit zu erhöhen. Für einige Anwendungen, wie Notfall-, Fluchtweg- und Tunnelbeleuchtung

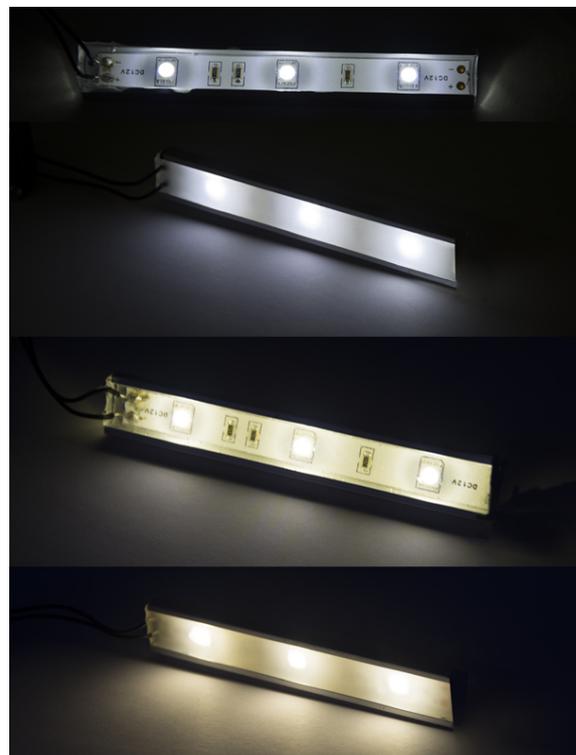
oder Beleuchtung in explosiven Atmosphären ist es möglich, flammhemmende Harze zum Verguss der Baugruppen zu verwenden, um den ATEX-Anforderungen zu entsprechen.

Der gesamte Bereich der optisch klaren Harze, die für LED-Anwendungen entwickelt wurden, besteht aus polyurethan-basierten Harzen. Polyurethan-Harze sind Harze, die sich perfekt für den Schutz von LEDs in einer Reihe von verschiedenen Umgebungen eignen, zusätzlich können sie auch angepasst werden, um weitere Vorzüge zu bieten, wie beispielsweise weiß pigmentierte Vergussmassen zum Abdecken der Leiterplatte bis hin zur LED, aber nicht über sie hinaus. Solche Harze werden zum Schutz der Leiterplatte eingesetzt, des Weiteren bieten sie ein ästhetisch ansprechendes Äußeres und tragen zur selben Zeit zu einer höheren Lichtausbeute der Leuchte bei, indem sie das Licht von der Leiterplatte weg reflektieren. Die Menge an Lichtenergie, die eine einzelne LED produzieren kann, ist relativ gering, darum besteht die Notwendigkeit, eine Reihe von ihnen zu gruppieren, um die gewünschte Menge an Licht zu produzieren. Es gibt eine Reihe von Verfahren, um die gewünschte Farbe zu erhalten, entweder mit weißen LEDs, die Licht in einem breiten Wellenlängenspektrum produzieren, oder durch die Verwendung von LEDs, die Licht in einer eher diskreten Wellenlängenbereich produzieren. Durch das Kombinieren einer Anzahl von verschiedenen Farb-LEDs ist es möglich, eine umfangreiche Farbpalette zu produzieren.

Zusätzlich zu unserem Angebot an transparenten Produkten mit hoher Lichtdurchlässigkeit, wurden Electrolubes mittelharte Polyurethanharze [UR5635](#) und [UR5634](#) speziell für Hersteller von LEDs entwickelt, um ein hohes Maß an Schutz gegen Umwelteinflüsse für ihre Produkte und weitere Vorteile zu bieten. [UR5635](#) zum Beispiel, hat eine wolkig/trübes Erscheinungsbild, das potenziell die Notwendigkeit von Diffusorabdeckungen und -kappen eliminiert. Sein trübes Erscheinungsbild bietet einen warmen Lichtstreuungseffekt, wodurch dieses Harz schon sehr erfolgreich als LED-Harz sowohl für dekorative als auch für Schutzanwendungen eingesetzt wurde. [UR5634](#) erreicht eine optisch klare Transparenz für LED-Verguss-Anwendungen und ist besonders UV-resistent, was es insbesondere nützlich als Einkapselungsmaterial für LEDs in Freien macht und für Anwendungen, die direktem Sonnenlicht ausgesetzt sind.

Um potenzielles Vergilben durch UV-Exposition zu minimieren, verwenden alle Polyurethan-Harze ein aliphatisches Isocyanat, das sorgfältig ausgewählt wurde, um optimale Langzeitstabilität und eine der niedrigsten Risikoeinstufungen zu bieten. Da die Harze polyurethan-basiert sind, beträgt die maximale Betriebstemperatur 130 °C, für höhere Temperaturen bieten wir ein optisch klares Silikonharz, das Temperaturen von bis zu 200 °C standhalten kann.

UV-Stabilität ist von zentraler Bedeutung, wenn Polyurethanschutzsysteme für LEDs erwogen werden. Um diese zu verifizieren, hat Electrolube Bewitterungstest mit einer Reihe von Vergussmassen durchgeführt. Die Tests wurden gemäß ISO 4892 Teil 3 Zyklus 1 *Kunststoffe – Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten* und in einem QUV/se-Tester für beschleunigte Bewitterung durchgeführt. Nach 1.000 Stunden Exposition zeigt das Ergebnis, dass die optisch klaren Polyurethan- und Silikonharze, [UR5634](#) und [SC3001](#) eine hervorragende UV-Beständigkeit aufweisen und ihre Transparenz über den Expositionstest hinweg bewahrt haben. Expositionintensitäten variieren in Abhängigkeit von der geografischen Lage und darum ist es wichtig, die korrekte beschleunigte Bewitterungsexpositionszeit für Ihre Region zu wählen. Dieser



Test zum Beispiel ist etwa das Äquivalent von 4 Jahren Witterungsbeständigkeit in einem typischen nordeuropäischen Klima.

Um den Grad an Schutz zu bestimmen, den unsere Einkapselungsharze bieten, führt Electrolube strenge Wetter- und Immersionstest durch. Unter diesem Testplan haben Polyurethanharze hervorragende Widerstandsfähigkeit gegen Immersion im Wasser, vor allem in Salzwasser, gezeigt. Die hohen Widerstandslevel erlauben eine breites Spektrum von Unterwasseranwendungen, einschließlich dem Verguss von Unterwasser-Kabelmuffen, dem Schutz von Unterwasser-LED-Beleuchtung sowohl in Süß- als auch in Salzwasserpools, der Beleuchtung von Schiffsdecks und dem Schutz verschiedenster Sensoren. In all diesen Fällen, können transparente oder farbige Harze erforderlich sein und müssen hohe Haftung und eine geringe Dielektrizitätskonstante über die gesamte Lebensdauer des Gerätes, das unter diesen schwierigen Bedingungen betrieben wird, sicherstellen. Die folgende Fallstudie demonstriert deutlich die Effektivität von Polyurethan-Gießharzen unter anspruchsvollen, ja extremen Umweltbedingungen.

#### FALLSTUDIE – Unterwasser-Beleuchtungsanwendung in Australien

Ein Kunde aus Australien wandte sich mit einer Reihe von Problemen an Electrolube, die durch den Verguss einer LED-Beleuchtungseinheit gelöst werden sollten, welche zur Beleuchtung eines Swimmingpools entworfen worden war. Die Beleuchtungseinheit musste gegen Süßwasser und Salzwasser versiegelt werden. Salzwasserbeständigkeit war darum bei der Auswahl eines geeigneten Harzes für diese Anwendung unumgänglich. Die Vergussmasse musste außerdem einen Arbeitstemperaturbereich von 5 bis 40 °C abdecken, flammhemmend sein und eine spezifische Färbung aufweisen; ein heller Blauton wurde aus ästhetischen Gründen bevorzugt. Der Kunde hatte vorher für diese Anwendung ein Epoxidharz von einem anderen Hersteller eingesetzt, doch wegen der hoch-exothermen Reaktion im Zusammenhang mit dem verwendeten Epoxid kam es zu einer leichten Verformung der Basiseinheit – das Ergebnis der hohen Temperaturen, die beim Aushärten dieses Harz erzeugt wurden – was als vollkommen inakzeptable eingestuft worden. Letztendlich wurde die Wahl auf Polyurethan eingeschränkt – doch welches Produkt wäre das beste?

Electrolube hat zahlreiche wasserbeständige Polyurethan-Optionen bewertet und entschied sich, dem Kunden die Einkapselungs- und Vergussmasse UR5097 anzubieten. Das ausgehärtete Polyurethan hat eine hohe Wärmeleitfähigkeit – eine wichtige Eigenschaft bei LED-Beleuchtungseinheiten – und deckt zudem einen breiten Temperaturbereich ab. Zudem ist es flammhemmend und nach UL94 V-0 zertifiziert, was eine weitere Hauptanforderung war. Wie auch bei allen anderen in Erwägung gezogenen Polyurethanharzen, wurde die extrem geringe Wasseraufnahme von Polyurethan als die entscheidendste Eigenschaft dieser Anwendung eingeschätzt.

UR5097 erfüllte alle Anforderungen dieses Projekts mit Ausnahme der Farbe, also wurde mit einiger Arbeit an der Formulierung, um die Anforderungen des Kunden nach einem hellen Blau zu erfüllen, die Farbe entsprechend angepasst. Das in UR5097 verwendete Polymer ist ebenfalls höchst beständig gegenüber dem Eindringen von Wasser, selbst bei verschiedenen Druckunterschieden, die durch die Tiefe des Wassers verursacht werden. Die thixotrope Natur des Harzes wurde im Labor ebenfalls leicht modifiziert, um eventuelles Einbluten von Harz durch den Spalt zwischen dem Harz und der LED-Einheit zu vermeiden und auch, um die Sedimentierungsrate auf ein annehmbares Niveau zu senken, ohne das Mischen und Gießen des Harzes zu erschweren. Die Polyurethanlösung wurde mit voller Zustimmung vom Kunden und der Zusicherung angenommen, dass das ausgewählte Harz auch in den kommenden Jahren weiter seine Beleuchtungsprodukte schützen wird.



Polyurethanharze sind typischerweise elastomer oder gummiartig, wenn sie ausgehärtet sind, was besonders nützlich ist, wenn die Schaltung, die vergossen werden soll, empfindliche Komponenten enthält. Sie bieten außerdem chemische Widerstandsfähigkeit sowie Widerstandsfähigkeit gegen Staub und Feuchtigkeit, exzellente elektrische Isolation und gute Haftung an den meisten Substraten, sowohl bei Metall als auch bei Plastik. Und anders als ihre Epoxidpendants, haben Polyurethane eine geringere exotherme Reaktion beim Aushärten – selbst bei schnell aushärtenden Systemen. Dennoch sollten

ausgehärtete Polyurethanharze keiner Dauergebrauchstemperatur über 130 °C ausgesetzt werden. Polyurethanharze von Electrolube werden in Weiß, Schwarz, klar Strohfarnen, eingetrübt und als klare Masse angeboten. Sie bieten eine Reihe von Eigenschaften, um die gestellten Anforderungen bei hohen Temperaturen und chemisch belasteten Umgebungen sowie mechanischer Beanspruchung oder Erschütterungen und Eindringen von Feuchtigkeit zu erfüllen.

Tatsächlich sind LEDs heute im Bereich der allgemeinen Beleuchtungsanwendungen eine treibende Kraft. Dank verbessertem Lichtertrag und verbesserter Helligkeit, zusammen mit Effektivität und einer langen Lebensdauer, haben sie den Markt revolutioniert. Sie erfüllen den Bedarf nach energieeffizienten Beleuchtungslösungen wie keine andere Lichtquelle und sind in allen Lebensbereichen zu finden. Ob im Innen- oder im Außenbereich, für dekorative oder funktionale Zwecke, die LED bietet faszinierende Möglichkeiten für die Gegenwart und die Zukunft. Anwendungsgebiete umfassen die Gebäudebeleuchtung, Schilder- und Straßenbeleuchtung, die Beleuchtung von Shops, Freizeit- und Bürobereichen, private Anwendungen und Industriebeleuchtung sowie medizinische-, Luftfahrt-, Fahrzeug- und Schiffsbeleuchtungsanwendungen. Die Liste ist schier endlos, genau wie der LED-Markt selbst, der kontinuierlich wächst und in neue Gebiete und Anwendungsbereiche expandiert, dasselbe gilt für die Vergussmassen.

Um den praktischen und technischen Problemen zu begegnen, die sich regelmäßig zeigen, suchen LED-Hersteller vermehrt bei Unternehmen wie Electrolube Unterstützung und Beratung in der Frage, welche Verguss- und Einkapselungsharze oder welches thermische Management-Produkt für ihr Projekt das geeignete ist. Egal ob die Bedingungen Sie mit Feuchtigkeit, chemischen Stoffen, Salzsprühnebeln oder einer korrosiven Gasatmosphäre konfrontieren, Electrolube bietet Schutzlacke und Silikon-, Acryl- und Polyurethan-Gießharze zur Verbesserung der Leistung und Sicherstellung der Zuverlässigkeit Ihrer Baugruppen und Geräte über deren gesamte Lebensdauer hinweg. Durch das Wachstum des LED-Markts wird sich bis 2020 voraussichtlich ein 70-Milliarden-Dollar-Industriezweig entwickeln, was einem Wachstum von derzeit 18 % des Marktanteils auf 70 % des Marktanteils in nur knapp 5 Jahren entspricht (Forbes). Da LED-Systeme mehr und mehr und in viel breiteren Anwendungsgebieten verwendet werden, bietet Electrolube kontinuierlich Support für diesen sich stetig entwickelnden Industriezweig, verbunden mit kontinuierlicher Produktentwicklung, die die Wichtigkeit von flammhemmenden optisch klaren Harzen, besonders für den LED-Markt, erkannt hat.

[www.electrolube.de](http://www.electrolube.de)