

Kunststofftechnik im Verkehrswegebau

Dilatationssystem für Kanalschächte und Schachtdeckel

*DI R. Hafellner, Dr. B. Mlekusch
ape - advanced polymer engineering*

Wer kennt sie nicht, die Straßenschäden rund um Kanaldeckel auf Österreichs Straßen? Bis zu 3 cm sind die Deckel im Vergleich zum umgebenden Straßenaufbau abgesenkt oder erhaben. Oftmals notwendige Sanierungen stören den Verkehrsablauf und verursachen hohe Kosten. Eine neue bei ape entwickelte Konstruktion aus faserverstärkten Kunststoffen schafft Abhilfe.

EINLEITUNG

Der Einsatz kunststofftechnischer Produkte findet heute aufgrund der Weiterentwicklung der Grundwerkstoffe, dem Fortschritt in der Verarbeitungstechnologie sowie den erhöhten Anforderungen an die Teile im praktischen Einsatz mehr und mehr Verwendung. Laufend und immer schneller kommen neue Innovationen auf den Markt. Insbesondere im Bereiche der Bauwirtschaft ist ein sehr hohes Innovationspotential für neue Produkte vorhanden. 40 % aller Kunststoffe kommen derzeit im Bau zum Einsatz, wobei die Verwendung in den Bereichen Dämmstoffe, Folien, Bodenbeläge, Lacke, Kanalkomponenten, Elektrobauteile, Füllstoffe und Möbel dominiert.

Vor ca. 2 Jahren ist Herr Dr. Haar und Herr Ing. Hackenberg mit einer Idee an uns herangetreten, welche die seit jahrzehnten auftretende Problematik von Schadenauftritt durch Frost- und Taubewegungen rund um Abdeckungen von Kanalkonstruktionen generell beseitigen kann. Im folgenden Bericht wird die Entwicklung dieses neuen Systems im Bereich der Verschlußorgane dargestellt.

PROBLEMSTELLUNG

Auftretende Schäden rund um Abdeckungen von Schachtsystemen, welche auf Verkehrsflächen Einsatz finden, sind im allgemeinen durch Setzungen sowie Frost- und Taubewegungen bedingt. Die zum heutigen Stand der Technik meist eingesetzten starren Schachtaufbauten können den Bewegungen der sonstigen Verkehrsflächen nicht folgen. Rund um die Schachtdeckel (Verschlußorgane) beginnt die Bitumen- bzw. Betonoberfläche durch Rißbildung zu versagen. Durch weitere Bewegungen bzw. durch wiederkehrend gefrierendes Wasser in den Rissen schreitet das Schadensausmaß fort. Nach den, im ersten Schritt durch optische Mängel auftretenden Schäden, bilden sich bei verstärkt auftretenden Bewegungen Unebenheiten, welche die Straßenverkehrssicherheit stark beeinträchtigen.

Durch vorzeitige Kanaldeckelsanierung entstehen zusätzliche Kosten, welche von den entsprechenden Betreibern bzw. öffentlichen Stellen getragen werden müssen. Weiters entsteht durch die Arbeiten während der Sanierung meist eine Beeinträchtigung des Verkehrsflusses durch notwendige Umleitungen und Straßenverengungen, welche zur Belästigung aller Beteiligten führt. In Abbildung 1 ist ein Bild eines typischen Schadenfalls dargestellt.



Abbildung 1: Typischer Schadensfall im Anfangsstadium.

STAND DER TECHNIK

Zum heutigen Stand der Technik ist der Einsatz von starren Systemen überwiegend üblich. Der Schacht ist starr aufgebaut im Boden verankert. Zum Ausgleich des Höhenunterschiedes zwischen Schacht und Verkehrsfläche werden entweder Ausgleichsringe versetzt, welche miteinander verklebt werden, oder das Niveau wird vor Ort durch Beton ausgeglichen (Ortbeton). Der Deckel selbst sitzt somit auf einem starren System und kann Setzungen und Bewegungen der Umgebung nicht ausgleichen. Der Aufbau ist in Abbildung 2 schematisch dargestellt.

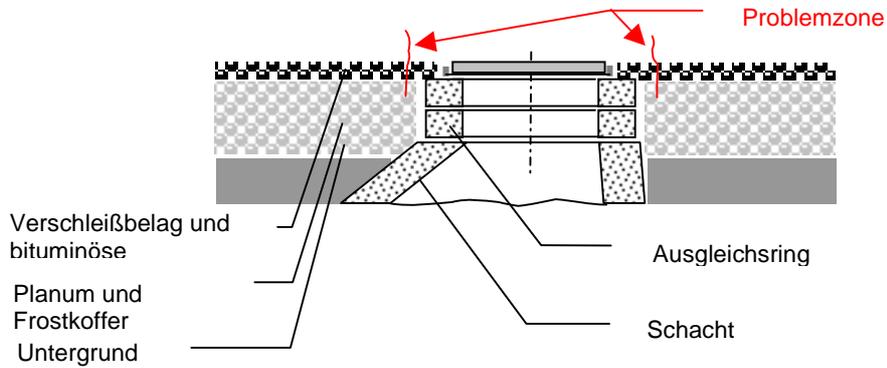


Abbildung 2: Schematische Darstellung des starren Systems - Stand der Technik.

LÖSUNGSANSATZ DES NEUEN PRODUKTES

Der Lösungsansatz des neuen Produktes besteht in der Anordnung einer Schleppplatte, die weit in die Straßenkonstruktion hineinragt. Die Dilatation erfolgt durch eine Baugruppe, die die vertikale Verschiebbarkeit gewährleistet. Der Deckel (Verschlußorgan) sitzt auf der Schleppplatte und wandert bei vertikalen Verschiebungen der Straßenoberfläche mit dem Oberflächenniveau mit. Die Schleppplatte ist mit der darunterliegenden Konstruktion trennbar verbunden. Dadurch erhält man die Möglichkeit einer ausreichenden Verdichtung unter der Schleppplatte. Die Konstruktion ist in Abbildung 3 schematisch dargestellt. Die Schleppplatte selbst weist eine optimale Steifigkeit bzw. Nachgiebigkeit auf um radiale und tangentielle Unebenheiten und Differenzen ausgleichen zu können. Große Vertikalverschiebungen sollen vom Teleskoprohr übernommen werden. In Abbildung 3 wird ein mögliches Basiskonzept dargestellt, um den Aufbau verständlich zu machen.

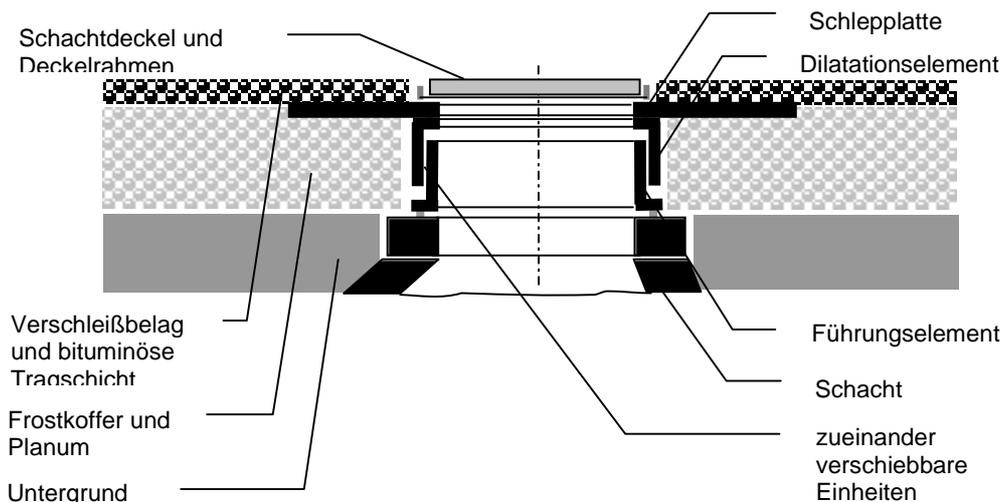


Abbildung 3: Darstellung des Lösungsansatzes des neuen Produktes.

ENTWICKLUNGSABFLAU

Die Entwicklung, welche den laufenden intensiven Verbesserungsprozess der Ursprungsidee bis in die heutige Serienreife über den Zeitraum von zwei Jahren darstellt kann in Phasen unterteilt werden, die

nach Möglichkeit simultan ablaufen und kleine Iterationsschleifen integrieren. Als wichtigste Projektschritte sind hier Machbarkeitsstudie, Entwicklung von Konzeptvarianten auf Basis der Anforderungen, Werkstoffauswahl, Detailkonstruktion, Simulation, Werkstoffprüfung, laufende Optimierung, Verfahrensfestlegung, Werkzeug- und Prototypen, Einbau der Prototypen, Prüfung und Vermessung und Überführung in die Serie zu nennen.

KONSTRUKTION UND OPTIMIERUNG MIT HILFE DER SIMULATION

Die Simulation mit Hilfe der Methode der finiten Elemente ist heute ein praktisches Werkzeug um Kräfteflüsse zu verstehen sowie Spannung und Verformungen in Konstruktionen zu analysieren. In der gegenständlichen Entwicklung wird die Simulation eingesetzt um die Spannungen unter den verschiedenen Beanspruchungsfällen des Produktes zu determinieren und auf Basis der Ergebnisse die Geometrie optimal auszulegen. Bei der Verwendung von faserverstärkten Materialien wird die Berechnung entsprechend komplex, da diese Materialien in unterschiedliche Raumrichtungen unterschiedliche Eigenschaften aufweisen.

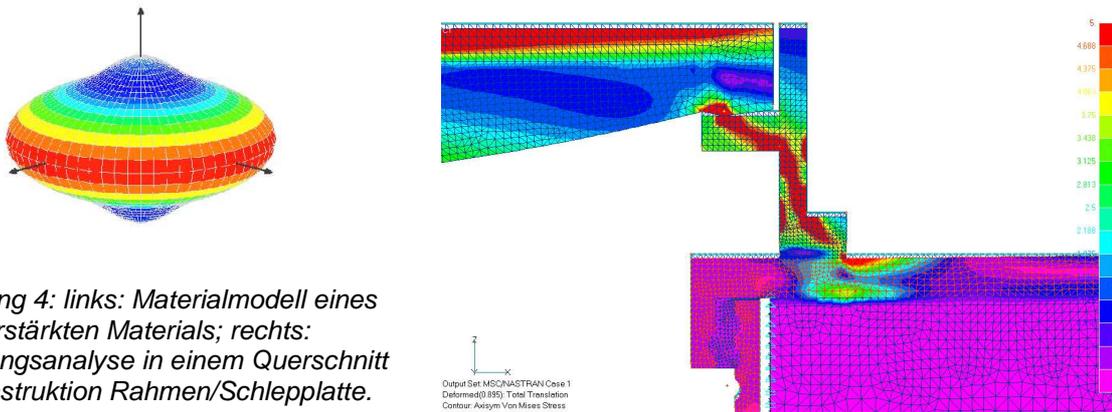


Abbildung 4: links: Materialmodell eines faserverstärkten Materials; rechts: Spannungsanalyse in einem Querschnitt der Konstruktion Rahmen/Schleppplatte.

Aufgrund der geometrischen Ausformung der Schleppplatte weist diese, ausgehend von der Urvariante, das höchste Einsparungspotential im Bezug auf das Material auf. Ausgehend von dieser Erkenntnis erfolgten die Schritte:

- Optimierung des Schleplattendurchmessers,
- Optimierung des Schleplattendickenverlaufes,
- Integration einer Kröpfung in die Schleppplatte.

Durch diese Optimierungsschritte konnte eine deutlich höhere Belastbarkeit bei geringerem Gewicht erreicht werden. Durch die Integration der Kröpfung eröffneten sich zudem neue Gestaltungsmöglichkeiten der Dilatationseinheit, wodurch die Idee des Ersatz des ursprünglich geplanten Teleskopsystems durch ein Membransystem zur Aufnahme der vertikalen Höhenverschiebungen geboren wurde.

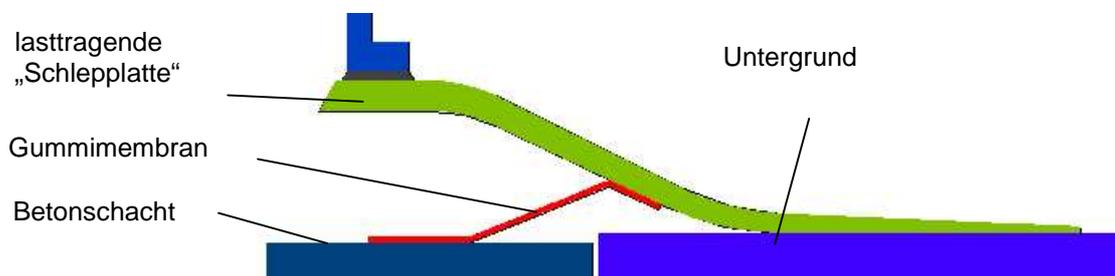


Abbildung 5: Schematischer Aufbau der gekröpften Variante mit Membrandilatation.

WERKSTOFFAUSWAHL UND WERKSTOFFPRÜFUNG

Die Werkstoffauswahl ist ein wesentliches Element bei der Konstruktion von neuen Produkten. Die Vorteile des Werkstoffes Kunststoff im Bezug auf die Verarbeitbarkeit, Verformbarkeit und die mechanischen und chemischen Eigenschaften bedingen andererseits ein umfassendes Wissen bei der

Auswahl und Entscheidung. Die ca. 2000 existierenden Kunststoffarten unterscheiden sich in ihren Eigenschaften teils wesentlich. Insbesondere die Temperatur- und Zeitabhängigkeit der Eigenschaften dieser polymeren Werkstoffe ist hervorzuheben.

Entsprechend der Anforderungen an die einzelnen Teile des zu entwickelnden Produktes wurde jeweils eine Anzahl von Materialien ausgewählt. Nach der Prüfung unter praxisnahen Bedingungen der Werkstoffe kommt es zur Materialentscheidung für den jeweils optimalen Typ. Abbildung 6 zeigt eine Biegeprüfung des Werkstoffes für die Schleppplatte nach längerer Temperaturbeanspruchung bzw. nach entsprechendem Kontakt mit dem heißen Asphalt.

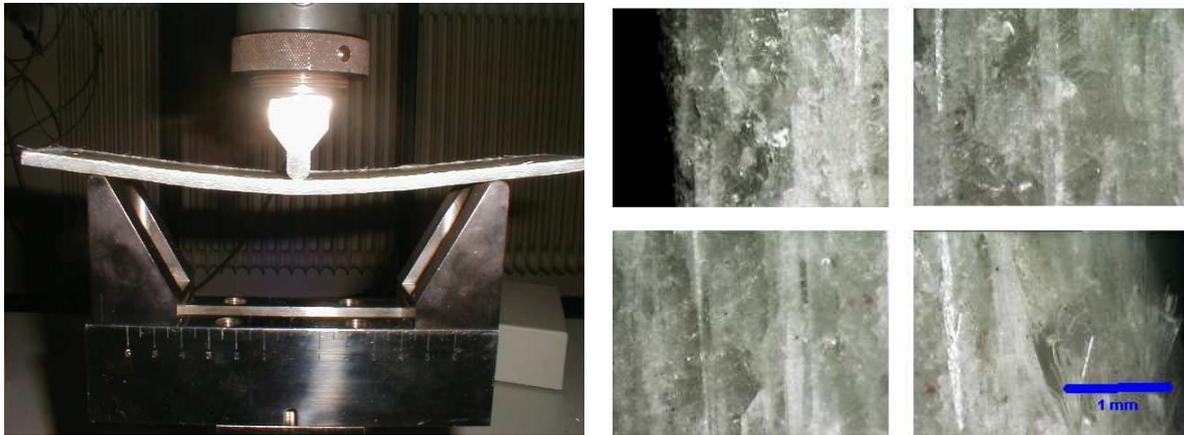


Abbildung 6: Biegeprüfungen und mikroskopische Analyse der aufgetretenen Rissbildung.

ENTWICKLUNGSERFOLGE

Im Zuge der Entwicklung in die Serienreife konnten schrittweise beträchtliche Verbesserungen erzielt werden. Insbesondere sind folgende Punkte hervorzuheben:

- Reduktion des Schleppplattengewichtes durch Geometrieoptimierung um ca. 50 % gegenüber der Erstvariante;
- deutliche Kostenreduktion durch Konzeptabstimmung
optimale Abstimmung der verwendeten Teile,
optimale Abstimmung der verwendeten Materialien;
- sehr benutzerfreundliche Endkonstruktion durch laufende Optimierung des Konzeptes und der Details;

AUSBLICK

Es ist uns ein besonderes Anliegen ein Produkt auf den Markt zu bringen, das ideal auf die Wünsche und Anforderungen der Anwender abgestimmt ist. Ein besonderer Wunsch ist es ein System zu schaffen, das für quadratische Schächte geeignet ist, welche in den großen Städten Österreichs in sehr großer Zahl vorhanden sind. Die mechanische und geometrische Abstimmung eines Systems für den quadratischen Schacht ist eine besondere Herausforderung an die Entwicklung. Erst Prototypen der quadratischen Platte sind in Bau. Die Konstruktion ist in Abbildung 7 dargestellt.

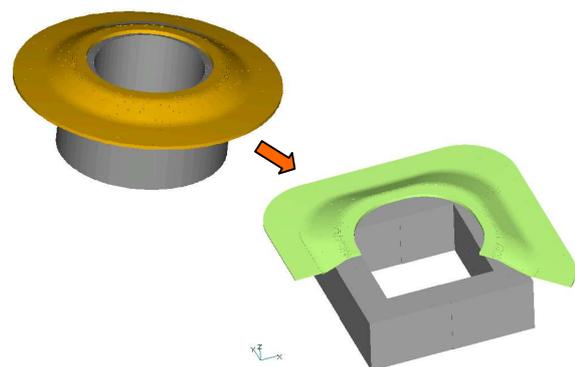


Abbildung 7: Entwurf für die Konstruktion der Schleppplatte für den quadratischen Schacht.

Wir werden in der weiteren Entwicklungsarbeit noch intensiver auf die Wünsche der Anwender einzugehen. Das Ziel ist dabei die laufende Entwicklung so weiterzutreiben, daß eine weitere Kostenreduktion bei steigender Qualität und Anwendungskomfort erzielt wird.