

- Ländliche Straßen und Güterwege
- Systematisches Erhaltungsmanagement mit Lebenszykluskosten
- Anti-Aging Anforderungen an Asphalt
- Bitumen - ein starker Stoff!
- Leistungsfähige Techniken zur Staubbinding

GESTRATA 

JOURNAL

Das Asphalt-Magazin

Juli 2012, Folge 135

Asphalt verbindet Menschen und Welten





Inhalt

Ländliche Straßen und Güterwege	04 – 11
Systematisches Erhaltungsmanagement mit Lebenszykluskosten	14 – 24
Anti-Aging Anforderungen an Asphalt	26 – 29
Bitumen - ein starker Stoff!	30 – 34
Leistungsfähige Techniken zur Staubbindung	36 – 37

Ländliche Straßen und Güterwege

1. Ausgangssituation

Das engmaschige ländliche Straßen- und Wegenetz bildet in Österreich die mit Abstand umfangreichste Verkehrsinfrastruktur. Ländliche Straßen und Güterwege umfassen ein funktional breites Spektrum der Verkehrsinfrastruktur: Einerseits sind Straßen angesprochen, die Ortschaften und Siedlungsgebiete mit dem übergeordneten Straßennetz bzw. übergeordnete Straßen untereinander verbinden. Andererseits geht es um Güterwege und Wirtschaftswege zur Erschließung von Weilern und Einzelhöfen sowie von land- und forstwirtschaftlichen Flächen. Insgesamt

werden unter dem Begriff „Ländliche Straßen und Güterwege“ jene Verkehrsflächen zusammengefasst, die der Feinerschließung des ländlichen Raumes dienen. Gerade in herausfordernden Zeiten gewinnt ein wirtschaftliches, kostengünstiges Bauen und Erhalten auf der Grundlage aktueller und praxisbezogener Richtlinienwerke immer weiter an Bedeutung.

Mit den Abbildungen 1 und 2 wird die Bandbreite Ländlicher Straßen und Güterwege dargestellt, von der Querschnittsform „Spurweg“ bis zur Erschließung größerer zusammenhängender Regionen.



Abbildung 1: Ländliche Straßen und Güterwege – Beispiele, Teil 1



Abbildung 2: Ländliche Straßen und Güterwege – Beispiele, Teil 2

Die Österreichische Richtlinie RVS 3.8 (heute RVS 03.03.81) mit dem Titel „Ländliche Straßen und Wege“ wurde am 31. März 1987 von der Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen erstmalig veröffentlicht [1]. Eine Überarbeitung bzw. eine Abänderung dieser Richtlinie wurde im Jahre 1992 durchgeführt und ebenfalls im Rahmen der Forschungsgesellschaft herausgegeben. Seit ihrem Inkrafttreten ist diese RVS Bestandteil der jeweiligen Förderrichtlinien des Bundesministeriums für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und somit Grundlage für den Bereich des geförderten Wegebau in Österreich. Die Erarbeitung dieser Richtlinie sowie die Überarbeitung erfolgte im Arbeitsausschuss Ländliche Straßen und Wege, der Teil der Arbeitsgruppe Planung und Verkehrssicherheit der Forschungsgesellschaft Straße Schiene Verkehr ist. Die RVS 03.03.81 Ländliche Straßen und Wege basiert analog zur RVS 03.03.23 Linienführung und Querschnittsgestaltung auf dem fachlichen Fundament der „Neuen Österreichischen Richtlinie für die Linienführung von Straßen RVS 3.23“ [2]. Infolge zwischenzeitlich gewonnener neuer Erkenntnisse und der Novellierung gesetzlicher Rahmenbedingungen war eine Abänderung und Überarbeitung der RVS 03.03.81 unumgänglich erforderlich.

2. Einleitung

Im Rahmen der Neubearbeitung der Richtlinie RVS 3.8 (Ausgabe 1987 bzw. 1992) wurde von einem Totalumbau des bestehenden Richtlinienkonzeptes abgegangen, da mit der zu überarbeitenden Richtlinie auf eine in der Praxis äußerst bewährte Grundstruktur zurückgegriffen werden konnte. Im Jahre 2007 wurde der Arbeitsausschuss Ländliche Straßen und Wege im Rahmen der Forschungsgesellschaft Straße Schiene Verkehr mit folgender personeller Zusammensetzung neu konstituiert: Arbeitsausschussleiter Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Haslehner, Arbeitsausschussmitglieder Dipl.-Ing. Klaus Sauermoser, Ing. Erich Breuer, Dipl.-Ing. Wolfgang Burtscher, Dipl.-Ing. (FH) Michael Heschl, Dipl.-Ing. Franz Kienleitner, Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Schwaiger. Bereits bei der Neugründung wurde das Bearbeitungskonzept in der Weise festgelegt, dass die fachliche Detailbearbeitung in einem für Österreich als repräsentativ angesehenen Kernteam erfolgt und die Ergebnisse im nächsten Schritt in einem Koordinierungsausschuss zu evaluieren sind. Der Rahmen der maßgebenden Einflussgrößen im Zuge der Koordinierung und Evaluierung umfasst unter anderem das Österreichische Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, die Güterwege Referenten aller österreichischen Bundesländer, die „Straßenbau“ Institute der Universitäten und die Ausschüsse der österreichischen Forschungsgesellschaft Straße Schiene Verkehr (siehe Abbildung 3).

Bearbeitungsrahmen – Einflussgrößen



Abbildung 3: Bearbeitungsrahmen – Einflussgrößen

Die Richtlinie „RVS 03.03.81 Ländliche Straßen und Güterwege“ wurde am 1. April 2011 von der Österreichischen Forschungsgesellschaft Straße Schiene Verkehr veröffentlicht [3].

Mit der Neufassung der Richtlinie RVS 03.03.81 werden jetzt die Themenbereiche Projektierung und Oberbaubemessung abgedeckt.

3. Ländliche Straßen und Güterwege

3.1 Anwendungsbereich - Begriffsbestimmungen

Die Österreichische Richtlinie RVS 03.03.81 [3] gilt für Ländliche Straßen und Wege, wobei unter diesem Begriff Verkehrsflächen zusammengefasst werden, die der Erschließung ländlicher Gebiete dienen und nicht Landesstraßen B und L sind. Sie bilden die Grundlage für die Feinerschließung einer Region und sind eine wesentliche Voraussetzung für Besiedelung, Bewirtschaftung und Pflege des ländlichen Raumes.

Die Bearbeitung der Netzabgrenzung an der Schnittstelle zum übergeordneten Straßenbau erfolgte in ständiger Kooperation mit dem Arbeitsausschuss Linienführung und Querschnittsgestaltung der Österreichischen Forschungsgesellschaft Straße Schiene Verkehr. Daraus ergaben sich zwei weitere, rein technische Kriterien zur Beantwortung der Frage der Netzabgrenzung.

Demnach werden Straßen mit Fahrbahnregelbreiten über 6 Meter und Straßen, denen eine Entwurfsgeschwindigkeit über 60 Km/h zugrunde gelegt wird, nicht in den Anwendungsbereich der gegenständlichen Richtlinie einbezogen. Darüber hinaus wurde der Anwendungsbereich auch so abgegrenzt, dass untergeordnete Wirtschaftswege, die ausschließlich für landwirtschaftliche Fahrzeuge bestimmt sind (zum Beispiel Wirtschaftswege zur inneren Erschließung) nicht vom Geltungsbereich umfasst werden.

3.2 Einteilung des ländlichen Straßen- und Güterwegenetzes

Die Einteilung und Untergliederung des Ländlichen Straßen- und Wegenetzes in der österreichischen Richtlinie RVS 03.03.81 [3] stellt eine wesentliche Grundlage und Eingangsgröße für Planung und Projektierung dieser Anlagen dar. Innerhalb des nach „oben“ und „unten“ abgegrenzten Ländlichen Straßen- und Wegenetzes (vgl. Kap. 3.1) wird demnach untergliedert in ländliche Straßen mit größerer Verkehrsbedeutung. Diese verbinden Ortschaften und Siedlungsgebiete mit dem übergeordneten Straßennetz bzw. übergeordnete Straßen untereinander. Sie weisen ganzjährig ein höheres Verkehrsaufkommen auf. Als zweiter Straßentyp werden ländliche Straßen mit geringerer Verkehrsbedeutung definiert. Sie verbinden einerseits Weiler und Einzelhöfe samt den anschließenden Grundflächen mit dem nächst höheren Straßennetz und müssen ganzjährig befahrbar sein. Andererseits dienen ländliche Straßen mit geringerer Verkehrsbedeutung der Erschließung land- oder forstwirtschaftlicher Flächen, wobei darunter auch Erschließungsstraßen die nicht zu Dauersiedlungen führen zusammengefasst werden. Das Verkehrsaufkommen auf diesen Anlagen ist gering und zum Teil saisonabhängig. Neben landwirtschaftlichen Fahrzeugen verkehren PKW und LKW auf diesen Anlagen.

3.3 Grenzwerte der Trassierungselemente

Projektierung und Bauausführung von Ländlichen Straßen und Wegen werden wesentlich von den Geländeverhältnissen und von der Verkehrsbedeutung der Anlage bestimmt. Die Geländeverhältnisse und die sonstigen einschränkenden Bedingungen werden in der Folge durch den Schwierigkeitsgrad (leicht, mittel, schwer) berücksichtigt. Im Zuge der Planung ist der Schwierigkeitsgrad in Abhängigkeit vom Gelände, von der Bebauung und den sonstigen Gegebenheiten wie zum Beispiel von der Art, der Menge und der Zusammensetzung des zu erwartenden Verkehrs festzulegen. Der Verkehrsbedeutung wird durch Zuordnung zu einer der definierten Gruppen ländlicher Straßen Rechnung getragen. Die Grenzwerte der Entwurfselemente werden für ländliche Straßen mit größerer Verkehrsbedeutung in Abhängigkeit von der Entwurfsgeschwindigkeit V_E bestimmt. Maßgebend für die Wahl der Entwurfsgeschwindigkeit sind die funktionelle Bedeutung des betreffenden Straßenzuges und der Schwierigkeitsgrad. Die Grenzwerte der Entwurfselemente für ländliche Straßen mit größerer Verkehrsbedeutung (Minimalradius R_{min} , maximale Straßenlängsneigung s_{max} , minimaler Kuppen- und Wannenausrundungsradius R_{Kmin} bzw. R_{Wmin}) sind der Tabelle 1 in Abhängigkeit vom Schwierigkeitsgrad oder der Entwurfsgeschwindigkeit V_E zu entnehmen.

Schwierigkeitsgrad	V_E	R_{min}	s_{max}	R_{Kmin}	R_{Wmin}
	[km/h]	[m]	[%]	[m]	[m]
leicht	60	80	10	1200	750
mittel	50	50	11	650	500
	40	30	12	300	200
schwer	30	20	14	150	100

Tabelle 1: Trassierungsgrenzwerte für ländliche Straßen mit größerer Verkehrsbedeutung [3]

In begründeten Ausnahmefällen kann von den in Tabelle 1 angegebenen maximalen Straßenlängsneigungen abgegangen werden.

3.4 Mindestradius und Geschwindigkeit – Gegenüberstellung

In der Österreichischen Richtlinie RVS 03.03.23 [4] für die Linienführung von übergeordneten Straßen ist der Zusammenhang zwischen Radius und Geschwindigkeit tabellarisch festgelegt. Auch in der Richtlinie für ländliche Straßen und Wege (Ausgabe 1987 bzw. 1992) wurde der Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Mindestradius tabellarisch festgelegt (siehe Abbildung 3).

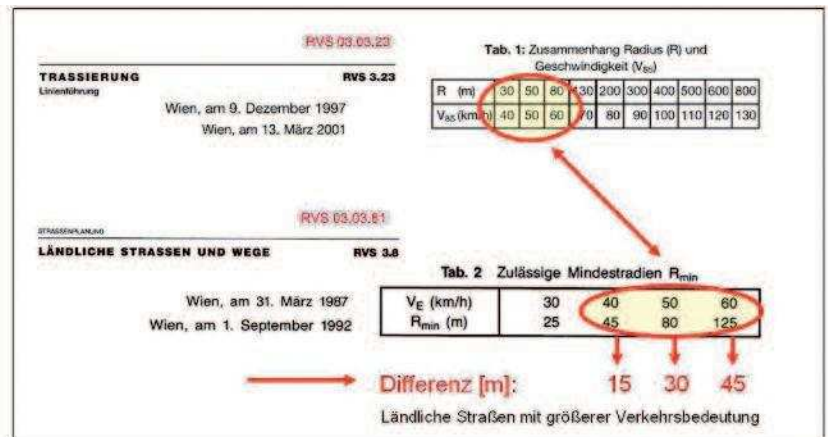


Abbildung 4: Zusammenhang Geschwindigkeit – Mindestradius [1, 4]

Aus Abbildung 4 ist ersichtlich, dass die Mindestradien für gleiche Geschwindigkeiten unterschiedlich geregelt sind. Darüber hinaus waren die festgesetzten Mindestradien im Bereich der ländlichen Straßen und Wege größer als jene in der Richtlinie für übergeordnete Straßen. Diese, aus der im Jahre 1997 stattgefundenen Überarbeitung der RVS 03.03.23 resultierende Differenz, bildete den Ausgangspunkt für die Überarbeitung der Richtlinie für ländliche Straßen und Wege. Vorgabe und Ziel war es, eine Übereinstimmung mit dem in Österreich gültigen Richtlinienwerk für übergeordnete Straßen herbeizuführen.

Für einen Vergleich mit Festlegungen in Deutschland wurde das Arbeitsblatt DWA-A-904, Richtlinien für den ländlichen Wegebau herangezogen [5]. Aus einem Vergleich der Mindestparameter für Verbindungswege (Tabelle 3.2 des DWA-Merkblattes) ergibt sich eine fast gänzliche Übereinstimmung mit den Mindestradien der Österreichischen Richtlinie für

ländliche Straßen und Wege Ausgabe 1987 bzw. 1992. Diese Übereinstimmung der von der Geschwindigkeit abgeleiteten Mindeststradien ist nach der Überarbeitung des Österreichischen Regelwerkes nicht mehr gegeben.

3.5. Vergleichsuntersuchung

Für die vergleichende Untersuchung zum ländlichen Straßenwesen in Deutschland, Schweiz und Österreich wurden folgende Regelwerke herangezogen.

- Deutschland: „Richtlinien für den ländlichen Wegebau“, DWA-A-904, Oktober 2005 [5]
- Schweiz: „Güterwege in der Landwirtschaft – Grundsätze für Subventionierungsvorhaben“, BLW, November 2007 [6]
- Österreich: „Ländliche Straßen und Güterwege, RVS 03.03.81“, FSV, April 2011 [3]

Die für die Untersuchung herangezogenen Regelwerke stammen aus dem Zeitraum der Jahre 2005 bis 2011.

3.5.1 Begriffsbestimmungen

Die in Deutschland, Schweiz und Österreich verwendeten Begriffsbestimmungen gemäß den in die Vergleichsuntersuchung einbezogenen Regelwerken sind in Abbildung 5 dargestellt.

<p>Deutschland „D“: Verbindungswege, Feldwege (Wirtschaftswege, Grünwege), Waldwege (Fahrwege, Rückwege), Sonstige ländliche Wege (Fußwege, Wanderwege, Radwege, Reitwege, Viehtriebwege)</p> <p>Österreich „A“: Güterwege, ländliche Straßen mit größerer Verkehrsbedeutung, ländliche Straßen mit geringerer Verkehrsbedeutung, Wege zur äußeren bzw. zur inneren Erschließung, Almwege, Forstwege, Wanderwege, Radwege, Reitwege</p> <p>Schweiz „CH“: Güterwege, Hauptwege (Hofzufahrten, Zufahrt zu größeren Geländekammern, Hauptachsen, längere Wege zu größeren Alpbetrieben), Nebenwege (Bewirtschaftungswege, Zufahrt zu kleineren Geländekammern, zuteilungsbedingte Wege, kleinere Alpbetriebe), Wanderwege, Radwege, Rebwege, Rübenwege, Graspisten, Viehtriebwege, Forstwege</p>
--

Abbildung 5: Verwendete Begriffe – Deutschland, Schweiz, Österreich [3, 5, 6]

Aus Abbildung 4 ist ersichtlich, dass für das ländliche Straßen- und Wegenetz eine Vielzahl von Begriffen verwendet wird. Das Ergebnis einer durchgeführten Systematisierung dieser Begriffsvielfalt ist in Abbildung 6 dargestellt.

Deutschland D	Österreich A	Schweiz CH
Verbindungswege	Ländliche Straßen mit größerer Verkehrsbedeutung	Hauptwege
Wirtschaftswege	Ländliche Straßen mit geringerer Verkehrsbedeutung	Nebenwege
„Schwierigkeitsgrad“	„Schwierigkeitsgrad“	-----
- gering - mittel - groß	- leicht - mittel - schwer	- normale Verhältnisse - schwierige Verhältnisse - auf kurzen Strecken

Abbildung 6: Begriffsbestimmungen - Systematisierung

Aus der in Abbildung 6 dargestellten Klassifizierung ist ersichtlich, dass in den drei in die Untersuchung einbezogenen Ländern eine systematische Einteilung in ländliche Straßen mit größerer Verkehrsbedeutung und in ländliche Straßen mit geringerer Verkehrsbedeutung getroffen wird. Die verwendeten Begriffe sind jedoch nicht identisch.

In Deutschland und in Österreich wird zur weiteren Unterteilung der gleich lautende Begriff „Schwierigkeitsgrad“ verwendet, in der Schweiz wird kein Überbegriff festgelegt. Die Klassifizierung erfolgt weiters in allen drei Ländern in drei Stufen.

In Deutschland werden für diese Unterteilung die Kategorien mit „gering, mittel, groß“ bezeichnet, in Österreich werden die Begriffe „leicht, mittel, schwer“ verwendet. In der Schweiz wird diese Dreiteilung mit den Begriffen „normale Verhältnisse, schwierige Verhältnisse, auf kurzen Strecken“ umschrieben.

3.5.2 Längsneigungen

Einleitend zur Vergleichsuntersuchung hinsichtlich der maximalen Längsneigungen werden in Abbildung 7 Längsneigungen ausgewählter Abschnitte im übergeordneten Straßennetz in Österreich dargestellt.

Vorarlberg/Tirol - Silvretta Bundesstraße B 168	Bleibhöhe (2037 m)	14%
Vorarlberg - Verbindung ins Kl. Walsertal	Riedbergpass (1420 m)	16%
Tirol/Salzburg - Loferer Bundesstraße B 178	Pass Strub (704 m)	18%
Osttirol - Gailtal Bundesstraße B 111	Kartischer Sattel (1525 m)	18%
Oberösterreich - Landesstraße 550	Hengstpass (1010 m)	20%
Kärnten/Steiermark - Turracher Bundesstraße B 96	Turracher Höhe (1783 m)	20%
Steiermark - Landesstraße 502	Neumarkter Sattel (804 m)	21%

Abbildung 7: Längsneigungen ausgewählter „übergeordneter“ Straßen in Österreich

Aus Abbildung 7 ist ersichtlich, dass das Längsneigungsspektrum der ausgewählten Abschnitte übergeordneter Straßen im Bereich zwischen 14 % und 21 % liegt.

Zur Beurteilung der maximalen Längsneigungen von ländlichen Straßen und Wegen in Deutschland wurden die „Richtlinien für den ländlichen Wegebau“ (DWA-A-904) [5] herangezogen.

Für Verbindungswege wird demnach empfohlen, Längsneigungen von mehr als 6 % nach Möglichkeit zu vermeiden, weil sie für Schwerfahrzeuge besondere Erschwernisse bedeuten und sie auch zu erhöhten Erhaltungskosten führen können.

Für Wirtschaftswege werden Grenzwerte in Abhängigkeit vom Schwierigkeitsgrad bis zu 15 % und in Ausnahmefällen von bis zu 20 % angegeben.

Für die Beurteilung der maximalen Längsneigung von ländlichen Straßen und Wegen in der Schweiz wurden die „Grundsätze für Subventionierungsvorhaben für Güterwege in der Landwirtschaft“ [6] analysiert.

Die Festlegungen betreffend die maximale Längsneigung reichen von 12 % für Hauptwege bei normalen Verhältnissen bis zu 25 % für Nebenwege in Ausnahmefällen.

Die Längsneigungsfestlegungen für „ländliche Straßen und Güterwege“ in Österreich [3] reichen von 10 % für ländliche Straßen mit größerer Verkehrsbedeutung bei Schwierigkeitsgrad leicht bis zu 16 % für ländliche Straßen mit geringerer Verkehrsbedeutung bei Schwierigkeitsgrad schwer. In den Abbildungen 8 und 9 werden die Längsneigungsfestlegungen in den einzelnen Ländern (Deutschland, Österreich, Schweiz) in Abhängigkeit vom Schwierigkeitsgrad (leicht, mittel, schwer bzw. gering, mittel, groß) für ländliche Straßen mit größerer Verkehrsbedeutung und für ländliche Straßen mit geringerer Verkehrsbedeutung dargestellt.

In Abbildung 8 ist für ländliche Straßen mit größerer Verkehrsbedeutung der stark differierende Längsneigungsbereich dargestellt. Zwischen dem geringsten und dem größten maximal zulässigen Längsneigungswert liegt der Faktor 3. Für ländliche Straßen mit geringerer Verkehrsbedeutung sind die unterschiedlichen Festlegungen in Abbildung 9 dargestellt. Insgesamt ist hervorzuheben, dass die Festlegungen für die maximalen Längsneigungen ein sehr inhomogenes Bild im Ländervergleich ergeben. Im Rahmen zukünftiger Richtlinienüberarbeitungen wird diesen Grenzwertfestlegungen eine größere Bedeutung hinsichtlich einer anzustrebenden Vereinheitlichung beizumessen sein.

3.6 Regelquerschnitte

Nachfolgend werden die Regelquerschnittsfestlegungen für ländliche Straßen und Wege in Österreich dargestellt. Der Regelquerschnitt L1 ist mit ungebundener Fahrbahnbefestigung auszuführen. Bei den Regelquerschnitten L2 bis L7 kann sowohl eine gebundene als auch eine ungebundene Fahrbahnbefestigung unter Berücksichtigung der Längsneigung, Verkehrsbelastung, Niederschlagsituation usw. ausgeführt werden. Die Regelquerschnitte L5 bis L7 sind für ländliche Straßen mit größerer Verkehrsbedeutung vorgesehen, wobei der Regelquerschnitt L7 der einzige zweistreifige Querschnitt (befestigte Fahrbahnbreite von 5,60 m) in diesem Richtlinienwerk ist.

In Abbildung 9 wird der neu als eigener Querschnittstyp in die Richtlinie aufgenommene Spurweg dargestellt. Zur Zeit wird in einem Arbeitskreis ein eigenes Merkblatt für Spurwege in Österreich erarbeitet, das Festlegungen hinsichtlich Anwendbarkeit, Oberbau, Baustoffe und Bauausführung sowie ein Musterleistungsverzeichnis enthalten wird.

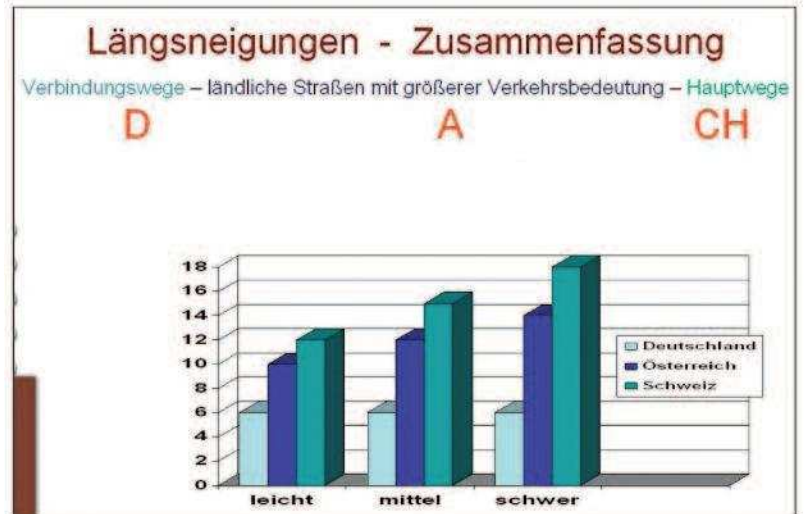


Abbildung 8: Längsneigungen ländlicher Straßen mit größerer Verkehrsbedeutung



Abbildung 9: Längsneigungen ländlicher Straßen mit geringerer Verkehrsbedeutung

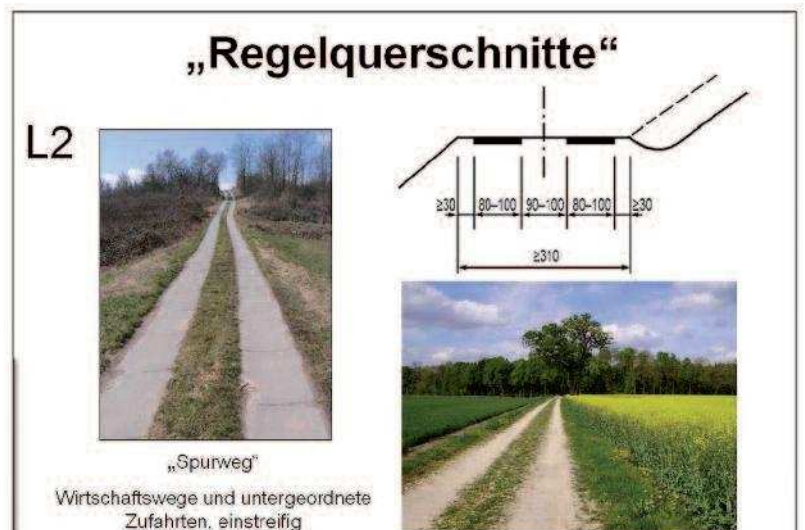


Abbildung 10: Regelquerschnitt L2 – Spurweg [3]

In Abbildung 11 wird beispielhaft der Regelquerschnitt L4 dargestellt. Dieser Querschnittstyp stellt die Obergrenze für den geförderten ländlichen Straßen- und Wegebau in Österreich dar.

3.7. Standardisierte Oberbauausführungen

Während in Deutschland und in der Schweiz Festlegungen hinsichtlich standardisierter Oberbauausführungen bereits seit den 1970er bzw. 1980er Jahren in den Richtlinien verankert waren, wurden diesbezügliche Festlegungen in der Österreichischen Richtlinie für ländliche Straßen und Wege erst im Zuge der Überarbeitung im Jahre 2011 aufgenommen. Praktische Festlegungen und Vorentwürfe außerhalb des Richtlinienwerkes wurden allerdings auch in Österreich bereits seit den 1980er Jahren angewendet. Aus diesem Grund war eine Umsetzung dieser praxiserprobten Festlegungen im Rahmen der neuen Richtlinie rasch und einfach möglich.

Eine vergleichende Untersuchung zwischen Deutschland, Schweiz und Österreich ist aus Gründen unterschiedlichster maßgebender Eingangsgrößen (Tragfähigkeitsanforderungen, Verkehrsbelastung, usw.) im Rahmen dieser Arbeit nicht durchgeführt worden und wäre jedenfalls Gegenstand eines eigenen Beitrages.

Die Österreichischen Bestimmungen hinsichtlich standardisierter Oberbauausführungen sind für den Regelfall der Bemessung des Oberbaues von ländlichen Straßen und Güterwegen anzuwenden. In Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung werden auf der Grundlage der vorhandenen Mindesttragfähigkeit auf dem Unterbauplanum bzw. dem Bestandsplanum Angaben über die erforderlichen Dicken der einzelnen Schichten des Oberbaues von ländlichen Straßen und Güterwegen gemacht. Zu jeder Lastklasse werden vier äquivalente Oberbautypen aus verschiedenen Oberbaumaterialien angegeben (vgl. Kap. 3.7.3).

3.7.1 Verkehrsbelastung

Eine wesentliche Grundvoraussetzung für die Anwendung standardisierter Oberbauausführungen ist eine gleichmäßig verteilte Verkehrsbelastung im Dimensionierungszeitraum.

Die Beanspruchung des Oberbaues von ländlichen Straßen und Güterwegen erfolgt in der Regel durch eine Überlagerung der Komponenten Klima und Verkehrsbelastung. Eine besondere Beanspruchungssituation kann die Eislinnenbildung im Bereich nicht frostsicherer tief liegender Schichten unterhalb des Oberbaues darstellen.

Für die Ermittlung der maßgebenden Verkehrsbelastung von ländlichen Straßen und Wegen werden drei Lastklassen (LK-L) festgelegt (siehe Tabelle 2).

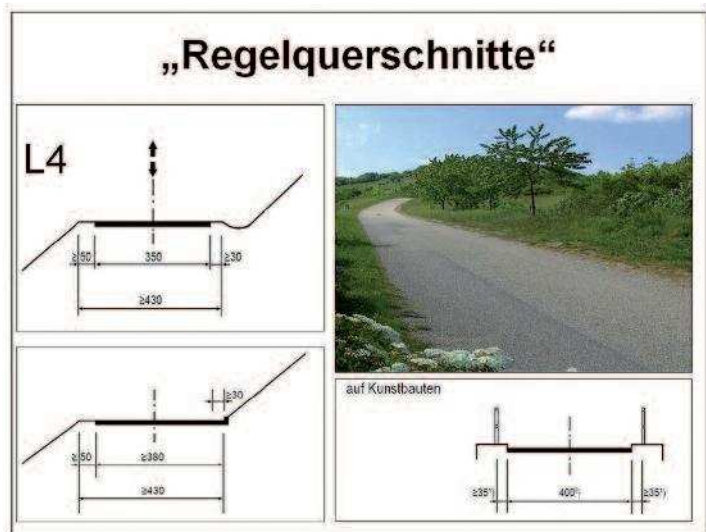


Abbildung 11: Regelquerschnitt L4 [3]

Lastklasse	Bemessungsnormlastwechsel (BNLW)	Frequenz-Schwerfahrzeuge (Näherung)
LK-L I	BNLW $\leq 5 \cdot 10^4$ NLW (50.000 NLW)	≤ 10 LKW/Tag
LK-L II	BNLW $\leq 1 \cdot 10^4$ NLW (10.000 NLW)	≤ 2 LKW/Tag
LK-L III	BNLW $\leq 0,2 \cdot 10^4$ NLW (2.000 NLW)	≤ 2 LKW/Woche

Tabelle 2: Verkehrsbelastung von ländlichen Straßen und Güterwegen [3]

Für die Einordnung in eine bestimmte Lastklasse ist die Verkehrsbelastung, ausgedrückt durch die äquivalente Anzahl von Übergängen der Normachslast von 100 kN maßgebend. Für den Regelfall im ländlichen Straßen- und Güterwegebau genügt die näherungsweise Zuordnung über die Frequenz der Schwerfahrzeuge gemäß Tabelle 2. Darüber hinaus stehen im Rahmen dieser Untersuchung nicht berücksichtigte, weitere sehr detaillierte Verfahren und Möglichkeiten zur Verfügung.

3.7.2 Tragfähigkeit

Um eine den wirtschaftlichen und praktischen Gegebenheiten des ländlichen Straßen- und Güterwegebau Rechnung tragende Dimensionierung durchführen zu können, wird im Rahmen der vorliegenden Standardisierung eine Einteilung in drei Tragfähigkeitsklassen vorgenommen (siehe Tabelle 3).

$E_{v1,UP} \geq 25 \text{ MN/m}^2$	Ausnahmefall, evtl. Verbesserung des Unterbaues
$E_{v1,UP} \geq 35 \text{ MN/m}^2$	Regelfall – Oberbaustandard
$E_{v1,BP} \geq 60 \text{ MN/m}^2$	Kein Neubaufall – für bestehende Straßen und Wege, die bereits längere Zeit unter Verkehr stehen und der nachträgliche Einbau einer gebundenen Decke erfolgt

$E_{v1,UP}$ Verformungsmodul auf dem Unterbauplanum
 $E_{v1,BP}$ Verformungsmodul auf dem Bestandsplanum

Tabelle 3: Tragfähigkeitsklassen für ländliche Straßen und Güterwege [3]

Zur Feststellung der vorhandenen Tragfähigkeit können unterschiedlichste Messmethoden angewendet werden (z.B. Lastplattenversuch, Benkelmanbalken, Fallgewichtsgerät FWD, usw.). Während in Österreich im Rahmen der Beurteilung der Tragfähigkeit der Verformungsmodul EV1 herangezogen wird, wird in Deutschland der EV2 – Wert und in der Schweiz der sogenannte ME – Wert herangezogen.

3.7.3 Oberbaustandard

Der Bereich der Baustoffe für ländliche Straßen und Wege wurde in Österreich in der Vergangenheit und wird auch weiterhin in eigenen Richtlinien geregelt. Dies betrifft Regelungen für ungebundene Baustoffe genauso wie Anforderungen an gebundene Schichten (RVS 08.15.01, RVS 08.16.01, RVS 08.16.04, RVS 08.17.01, RVS 08.17.02) [7]. Ein Schwerpunkt der zukünftigen Arbeiten wird auch

darin bestehen die in verschiedenen Richtlinien enthaltenen Regelungen, für den Bereich des Ländlichen Straßenbaues in Form eines Merkblattes zusammenzufassen.

Im Oberbaustandard (Tabelle 4) sind für die jeweilige Lastklasse und das entsprechende Tragfähigkeitsniveau standardisierte Oberbauausführungen für die verschiedenen Bautypen dargestellt.

Für jeden Bemessungsfall werden folgende vier Bautypen angeboten:

Bautype 1: Ungebundene Tragschicht (entweder mit Oberflächenbehandlung oder mit nicht wesentlich Last verteilend wirkender gebundener Schicht)


Bautype 2: Bituminöse Schicht (erforderlichenfalls mehrlagig) auf ungebundener Tragschicht


Bautype 3: Zementstabilisierte Schicht mit


Oberflächenbehandlung oder bituminöse Schicht


Bautype 4: Betondecke

LASTKLASSE	LK-L I			LK-L II			LK-L III		
	$\leq 5,0 \cdot 10^4$			$\leq 1,0 \cdot 10^4$			$\leq 0,2 \cdot 10^4$		
$E_{v,UP}$ [MN/m ²]	≥ 25	≥ 35	–	≥ 25	≥ 35	–	≥ 25	≥ 35	–
$E_{v,BP}$ [MN/m ²]	–	–	≥ 60	–	–	≥ 60	–	–	≥ 60
Bautype 1 (Oberflächenbehandlung) Ungebundene Tragschicht	cm 50 ▽	cm 40 ▽	cm 20 ▽	cm 45 ▽	cm 35 ▽	cm 15 ▽	cm 40 ▽	cm 30 ▽	cm 15 ▽
Bautype 2 Bituminöse Schicht Ungebundene Tragschicht	cm 10 50 ▽	cm 10 35 ▽	cm 10 10 8 20 ▽	cm 8 40 ▽	cm 8 25 35 ▽	cm 6 10 6 15 ▽	cm 6 40 ▽	cm 6 30 ▽	cm 6 10 ▽
Bautype 3 Oberflächenbehandlung bzw. Bituminöse Schicht Zementstabilisierte Tragschicht Ungebundene Tragschicht	cm 6 18 15 ▽	cm 6 18 ▽	cm 5 16 ▽	cm 4 16 15 ▽	cm 4 16 ▽	cm 4 14 ▽	cm 16 15 ▽	cm 16 ▽	cm 14 ▽
Bautype 4 Betondecke (unverdellt, L/B $\leq 1,2$) Ungebundene Tragschicht	cm 18 15 ▽	cm 18 ▽	cm 16 ▽	cm 16 15 ▽	cm 16 ▽	cm 14 ▽	cm 16 15 ▽	cm 16 ▽	cm 14 ▽

 Ungebundene Tragschicht gemäß RVS 08.15.01

 Bituminöse Schicht gemäß RVS 08.16.01

 Zementstabilisierte Tragschicht gemäß RVS 08.17.01

 Betondecke gemäß RVS 08.17.02


 UP bzw. BP

Tabelle 4: Oberbaustandard für ländliche Straßen und Güterwege [3]

Die beschriebene standardisierte Dimensionierung mit genormten Eingangsgrößen speziell hinsichtlich der Verkehrsbelastung setzt eine gleichmäßige Verteilung der zu erwartenden Belastung voraus. Für den Fall, dass Belastungsspitzen in der Frost-Tauperiode oder zeitlich begrenzte außergewöhnliche Schwerverkehrsbelastungen auftreten, ist eine gesonderte Dimensionierung durchzuführen. Um gesamtwirtschaftliche Aspekte zu berücksichtigen, ist fallweise eine Beschränkung oder eine Sperre

von ländlichen Straßen und Güterwegen während der Zeit geringer Tragfähigkeit in Betracht zu ziehen. Bei der Auswahl der geeigneten Bautype ist neben technischen Aspekten zusätzlich besonderes Augenmerk auf wirtschaftliche und ökologische Gesichtspunkte, sowie auf die Bedürfnisse des Anrainerverkehrs zu legen.

4. Zusammenfassung – Ausblick

Im Rahmen des vorliegenden Beitrags wurden ausgewählte Kapitel einer analytischen Betrachtung unterzogen. Aus einem Vergleich der Festlegungen in Deutschland, Schweiz und Österreich geht hervor, dass hinsichtlich der gültigen Grenzwerte zum Teil gravierende Unterschiede auftreten. Diese grundsätzlichen Differenzen wurden für einige Themenbereiche aufgezeigt. Im Rahmen weiterer Untersuchungen sind die aufgezeigten internationalen Vergleichsansätze zukünftig vertieft zu bearbeiten. Übereinstimmung besteht jedenfalls in der Tatsache, dass ländliche Straßen und Wege am jeweiligen Gesamtstraßennetz einen sehr hohen Anteil darstellen und die Verantwortung für dieses Straßennetz hinsichtlich Bau und Erhaltung auf kommunaler Ebene angesiedelt ist. Diese Tatsache stellt in Zukunft auf der Basis vorhandener Grundlagenarbeiten [8] immer größere Anforderungen an Betrieb und Erhaltung dieser äußerst umfangreichen Infrastruktur.

Unter Beachtung der Aufgaben und der Bedeutung ländlicher Straßen und Wege werden zukünftig neue Ansätze realisiert werden müssen. Dies betrifft auf technischer Ebene die Netzgestaltung selbst (Wege-netzoptimierung - Zielnetze) genauso wie in organisatorischer und finanzieller Hinsicht überregionale Ansätze, wie zum Beispiel neue „Verantwortungsgemeinschaften“ für diese Infrastruktur.

Um eine Infrastruktureinrichtung mit Zukunft zur Verfügung stellen zu können, ist ein ständiger Diskussions- und Erneuerungsprozess auch in Form eines regelmäßigen grenzüberschreitenden Informations- und Erfahrungsaustausches im Rahmen internationaler Tagungen zu gewährleisten.

5. Literaturverzeichnis

[1] Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau (RVS), Österreichische Forschungsgesellschaft Straße Schiene Verkehr, Wien:

RVS 03.03.81 Straßenplanung, Ländliche Straßen und Wege, 1987 bzw. 1992

[2] Hartlieb O., J. Litzka u. E. Marx: Die neuen österreichischen Richtlinien für Linienführung von Straßen RVS 3.23. Schriftenreihe der Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen, Heft 76, Wien, 1983.

[3] Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau (RVS), Österreichische Forschungsgesellschaft Straße Schiene Verkehr, Wien:

RVS 03.03.81 Straßenplanung, Ländliche Straßen und Güterwege, 2011

[4] Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau (RVS), Österreichische Forschungsgesellschaft Straße Schiene Verkehr, Wien:

RVS 03.03.23 Straßenplanung, Linienführung und Querschnittsgestaltung, 1997 bzw. 2001

[5] Richtlinien für den Ländlichen Wegebau - RLW. DWA – Regelwerk, Arbeitsblatt DWA –A-904, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall. Hennef, Deutschland, 2005.

[6] Güterwege in der Landwirtschaft - Grundsätze für Subventionierungsvorhaben. Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD, Bundesamt für Landwirtschaft BLW, Bern, 2007.

[7] Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau (RVS), Österreichische Forschungsgesellschaft Straße Schiene Verkehr, Wien:

RVS 08.15.01 Techn. Vertragsbedingungen, Unterbauplanum und ungebundene Tragschichten, 2004

RVS 08.16.01 Bituminöse Trag- und Deckschichten, Anforderungen an Asphalttschichten, 2010

RVS 08.16.04 Bituminöse Trag- und Deckschichten, Oberflächenbehandlungen, 1989

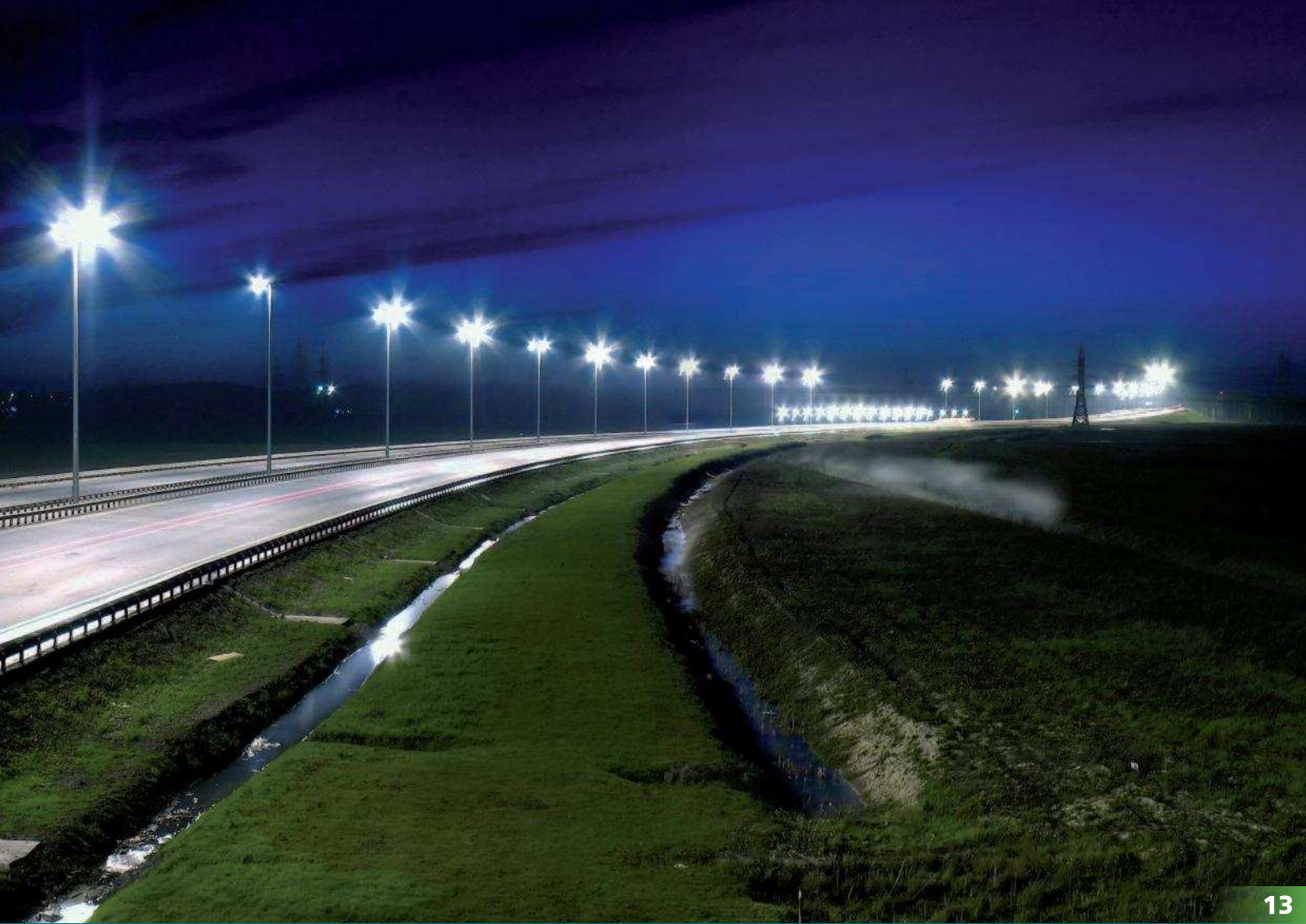
RVS 08.17.01 Betondecken, Zementstabilisierte Tragschichten, mit Bindemittel stabilisierte Tragschichten, 2009

RVS 08.17.02 Betondecken, Deckenherstellung, 2007

[8] Haslehner W.: Straßenerhaltungsplanung unter besonderer Berücksichtigung des ländlichen Straßennetzes. Mitteilungen des Institutes für Verkehrswesen, Heft 21, Universität für Bodenkultur, Wien, 1992.

WHR. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Haslehner
Amt der Burgenländischen Landesregierung
Abt. 4b - Güterwege, Agrar- und Forsttechnik
7000 Eisenstadt, Europaplatz 1
Tel.: +43(0)57-600/6556
Fax: +43(0)57-600/6574
wolfgang.haslehner@bglld.gv.at





Asphalt verbindet Menschen und Welten

Systematisches Erhaltungsmanagement mit Lebenszykluskosten

ABSTRACT: Das bestehende Straßennetz in Österreich ist gut ausgebaut und hat im Vergleich zum EU – Schnitt die doppelte Länge pro Einwohner. Mit zunehmendem Alter dieser Straßenanlagen verschiebt sich der Schwerpunkt der Investitionen weg vom Neubau in Richtung Erhaltung und Betrieb des Bestandes. Unter der Prämisse eines zweckmäßigen und sparsamen Mitteleinsatzes ist die Einführung eines systematischen Erhaltungsmanagementsystems (EMS) auf Basis eines Lebenszykluskostenansatzes zielführend. Der Artikel gibt einen Überblick über die aktuellen Ausgaben für Straßenanlagen in Österreich und legt die Prinzipien einer Lebenszykluskostenrechnung dar. Darauf aufbauend werden die Bausteine eines modernen Erhaltungsmanagementtools vorgestellt, das am Institut für Verkehrswissenschaften der TU Wien entwickelt wird. Die Zielsetzung in der Entwicklung lag in einem innovativen Algorithmus zur Optimierung der Maßnahmenwahl auf Basis von Lebenszykluskosten. Weiters wurde auf eine intuitive Benutzersführung mit Zustandserfassung und Maßnahmenplanung per „drag and drop“ besonderes Augenmerk gelegt. Eine langwierige Anpassung der Eingangsgrößen wie Wirkdauern oder Kosten von Maßnahmen kann entfallen, da diese selbstlernend aus den Ergebnissen der Anwendung neu berechnet werden. Gemäß den bisherigen Erfahrungen ist es auf Basis der vorgestellten Ansätze möglich, alle Arbeitsschritte von der Zustandserfassung bis zur Maßnahmenplanung und Budgetierung für typische Österreichische Kommunen mit Netzlängen zwischen 20 bis 50 km in ein bis zwei Mannmonaten umzusetzen.

1. Straßeninfrastruktur und Straßenausgaben

1.1 Straßeninfrastruktur in Österreich

Das Netz der Autobahnen und Schnellstraßen (A+S) in Österreich weist eine Länge von 2.175 km auf und wurde zu wesentlichen Teilen in der Periode von 1975 bis 1990 erbaut. Das mittlere Alter des Netzes lag 2010 bei 30 Jahren und ist praktisch ident mit dem mittleren Alter der Brückenanlagen von 32 Jahren. Die Landesstraßen (B+L) mit einer Länge von ca. 34.000 km wurden überwiegend in der Periode von 1960 und 1990 gebaut und weisen ein mittleres Alter von 35 - 40 Jahren auf [1].

Das Netz der Gemeindestraßen mit einer Länge von ca. 75.000 km wurde von 1950 bis 1980 in der derzeitigen Form errichtet und weist ein mittleres Alter von etwa 40 bis 50 Jahren auf. Dieses vergleichsweise lange Netz verteilt sich auf 2.435 Gemeinden und Städte mit vergleichsweise kurzen Netzlängen von 20 bis 50 km (Abb.1). Im Gegensatz zu der ASFINAG und den Ländern war der Aufwand für die Einführung eines Erhaltungsmanagementsystems (EMS) in Kommunen für diese kurzen Netze relative hoch, weshalb kaum systematische Ansätze auf dieser Ebene verwirklicht sind [2].

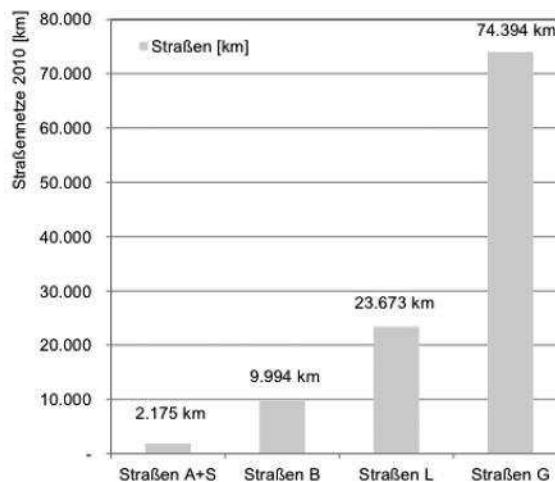


Abb. 1: Netzlängen der Straßenanlagen nach Straßenkategorie in Österreich (Stand 2010)

1.2 Ausgaben für die Straßeninfrastruktur in Österreich

Die Ausgaben der ASFINAG für Straßen A+S belaufen sich auf $\text{€} 1,23 \text{ Mrd. €/Jahr}$ oder $118.000 \text{ €/Fahrstreifenkilometer und Jahr}$ (Preise 2010), was in etwa $1,64\%$ des Bundesbudgets von Österreich entspricht. Der Anteil der Erhaltungsausgaben in der Periode von 2002 bis 2008 lag mit 24% von diesen Ausgaben noch vergleichsweise niedrig, ist aber stetig steigend im Vergleich zum Neubau [1;3].

Die Ausgaben der Länder für Straßen B+L belaufen sich auf $\text{€} 1,47 \text{ Mrd. €/Jahr}$ oder $20.600 \text{ €/Fahrstreifenkilometer und Jahr}$ was durchschnittlich $3,9\%$ der Länderbudgets entspricht. Der Erhaltungsanteil in der Betrachtungsperiode lag bereits bei rund einem Drittel und ist durch die zunehmende Überalterung der Straßenanlagen sowie der knappen verfügbaren Mittel auf Kosten des Neubaus stark gestiegen. Inflationsbereinigt sind die Investitionen der Länder in Straßeninfrastruktur insgesamt rückläufig und reichen derzeit nicht aus, den Substanzverlust aufgrund der zunehmenden Alterung der Anlagen aufzuhalten. Die Ausgaben der Gemeinden für Straßen G belaufen sich auf $\text{€} 1,17 \text{ Mrd. €/Jahr}$ bzw. $7.900 \text{ €/Fahrstreifenkilometer}$, was $10,6\%$ der Gemeindebudgets entspricht. Von diesen Ausgaben gehen etwa 50% in die Erhaltung, wobei die Gemeinden aufgrund rückläufiger Ertragsanteile zunehmend unter Druck geraten, ihre Ausgaben weiter zu kürzen, was sich in einer progressiven Verschlechterung des Straßenzustands bemerkbar macht (Abb. 2).

2. Ein Lebenszykluskostenansatz für Straßenanlagen

2.1 Kostenanfall im Lebenszyklus

Unter Lebenszykluskostenrechnung wird eine ganzheitliche Betrachtung der entstehenden Kosten und des Nutzens von der Planung bis zum Abbruch von

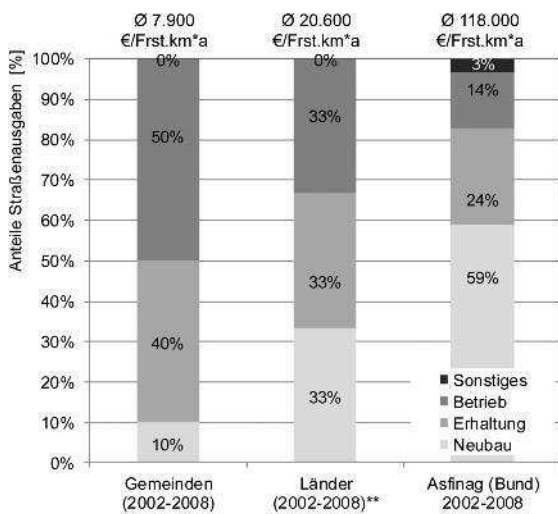


Abb. 2: Ausgaben für die Straßeninfrastruktur nach Aufgabenbereichen je Fahrstreifenkilometer und Jahr in Österreich von 2002 bis 2008 (Preise 2010).

Straßenanlagen verstanden. Eine schematische Darstellung der Kostenentwicklung aus Sicht eines Straßenbetreibers mit Planung, Neubau, Betriebsphasen und regelmäßiger Instandsetzung bis hin zum Abbruch ist in Abb. 3 dargestellt. Bezogen auf eine Einzelanlage sind sowohl die Kosten, als auch die sich ergebende Lebensdauer nicht einheitlich, sondern weisen eine entsprechende Streuung auf, die jedoch bei der Finanzbedarfsermittlung auf Netzebene vernachlässigbar sind [3].

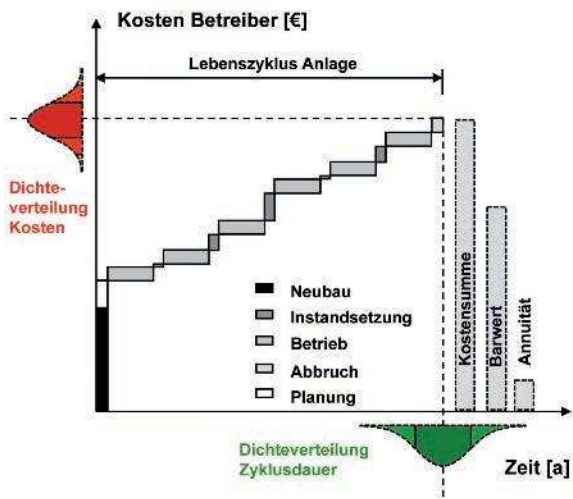


Abb. 3: Schematische Darstellung der Kostenentwicklung von Straßenanlagen in den Phasen ihres Lebenszyklus

2.2 Vergleich der Lebenszykluskosten für Straßenoberbau, Brücken und Tunnels

Basierend auf der typischen Lebensdauer des Straßenoberbaus bzw. der Anlagenteile von Brücken und Tunnelanlagen sowie den Kosten für Planung, Bau, Betrieb und Erhaltung bis zum Abbruch können generalisierte Lebenszyklen für den Straßenoberbau, Brücken und Tunnelanlagen ermittelt werden.

Der Vergleich zeigt, dass Brücken ca. 10 – 15 x und Tunnels ca. 15 – 20 x höhere Kosten im Vergleich zum Oberbau im Freiland aufweisen (Abb. 4). Der hohe Anteil an Kunstbauten am hochrangigen Straßennetz erklärt u.a. die höheren Ausgaben je Fahrstreifenkilometer zusammen mit der intensiveren Neubautätigkeit und erforderlichen betrieblichen Betreuungsintensität gegenüber untergeordneten Straßennetzen [3].

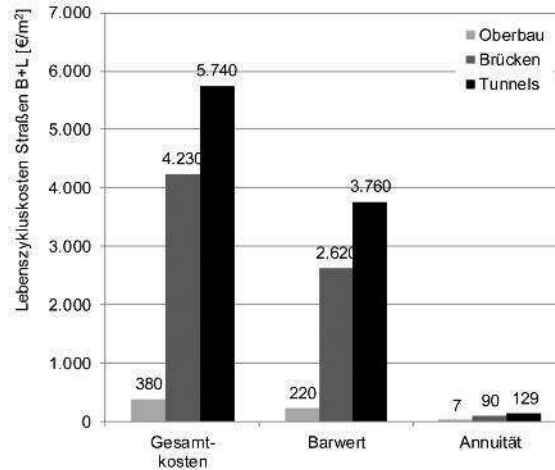


Abb. 4: Beispiele für Gesamtkosten, Barwert und Annuität von Straßenoberbau, Brücken und Tunnels auf Landesstraßen im Lebenszyklus (Preise 2010)

3. EMS – Bausteine und Umsetzung

3.1 Bausteine eines systematischen EMS

Für ein systematisches Erhaltungsmanagementsystem (EMS) von Straßenanlagen ist eine Reihe von Bausteinen erforderlich (Abb. 5). Ausgehend von festgelegten Zielsetzungen in der Erhaltung ist es notwendig, die wesentlichen Schadensmerkmale und typische Zustandsentwicklung in Form von Zustandsfunktionen zu definieren bzw. zu ermitteln. Erst auf dieser Basis ist dann in weiterer Folge eine periodische Zustandserfassung, Zustandsprognose und Bewertung möglich [2,4]. Die darauf aufbauende Maßnahmenplanung erfordert eine Festlegung der Anwendbarkeit nach Schadensmerkmal zusammen mit Kosten und Wirkdauer und ist in standardisierten Maßnahmenkatalogen zusammengefasst. Werden diese Maßnahmen mit standardisierten Leistungspositionen und Beschreibung der Arbeitsabläufe hinterlegt, ergibt sich das Leistungsverzeichnis als Basis der Ausschreibung direkt aus der Maßnahmenwahl.

Für die Optimierung der Maßnahmen gibt es unterschiedlichste Ansätze, welche die Maßnahmenwirkung auf einen gewichteten Gesamtzustand berechnen [5;6]. Da diese Ansätze jedoch eine Reihe von Nachteilen haben [7], wurde ein Ansatz an der TU Wien entwickelt, mit dem Bauloslängen und Timing der Maßnahmen für beliebige Schadenskombinationen bei minimalen Kosten auf Basis eines Lebenszykluskostenansatzes ermittelt werden können. Die Ergeb-

nisse sind vor Ort mit einem vereinfachten Ansatz schnell überprüfbar. Die sich aus der Maßnahmenplanung ergebenden Vorhaben können in der Folge mit anderen Maßnahmen im Abschnitt z.B. an Kunstbauten abgestimmt werden und gemäß den in den Zielsetzungen definierten Prioritäten im Rahmen des verfügbaren Budgets geplant werden. Das sich daraus ergebende Bauprogramm kann dementsprechend umgesetzt werden. Entscheidend für die Qualität der Ergebnisse ist eine laufende Kontrolle und systematische Erfassung der Umsetzungsergebnisse in Hinblick auf Zustandsentwicklung und Kostenverlauf der Maßnahmen.

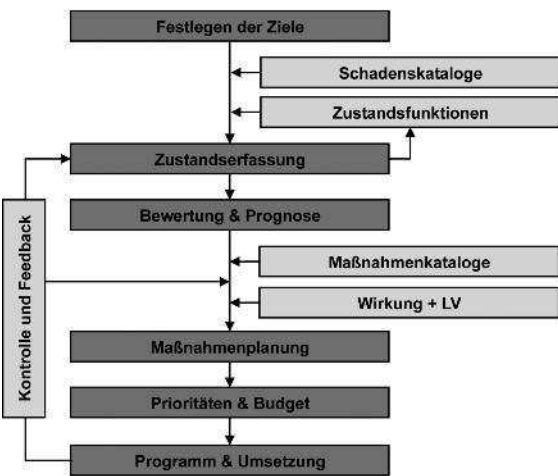


Abb. 5: Bausteine und Ablauf eines systematischen, selbstlernenden Erhaltungsmanagementsystems für Straßenanlagen

3.2 Typische Zielsetzungen

Die Zielsetzungen in einem typischen Erhaltungsmanagement orientieren sich generell an der Bereitstellung eines sicheren und zuverlässigen Straßennetzes, der Wertsicherung des Anlagevermögens und dem sparsamen und zweckmäßigen Mitteleinsatz unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf Nutzer und Dritte bzw. die Umwelt. In der praktischen Umsetzung bedeutet dies für ein EMS, dass

- Prioritäten in der Erhaltung zu setzen sind
- Der Finanzbedarf dem tatsächlichen Budget gegenüberzustellen ist
- Die Mittel nachhaltig auf Basis eines Lebenszykluskostenansatzes investiert werden
- Das EMS zu einer Arbeitserleichterung führt und gleichzeitig hilft Kosten zu sparen
- Rechtssicherheit durch Maßnahmen zur rechten Zeit gewährleistet wird

3.3 Schadenskataloge

Die Schadenskataloge gemäß dem entwickelten Ansatz sind so aufgebaut, dass alle wesentlichen Schäden nach Ausmaß und Schwere sowie möglicher Schadensursachen und Folgeschäden im Detail beschrieben sind. Das Schadensausmaß ist die Grundlage für die Bestimmung des notwendigen Ausmaßes der Maßnahmen, die Schadensschwere ist die Grundlage für die Beurteilung von Anwendbarkeit

und Dringlichkeit der Maßnahmen. Für Einzelrisse kann z.B. das Ausmaß über die Risslänge und die Schadensschwere über die Rissbreite definiert werden

Bsp. Schadenstyp	Erfassung
	Einzelrisse (ER): - Längs-, Quer-, Nahtrisse - Ausmaß: Risslänge [lfm] - Schwere: Rissbreite [mm] 0; 1-5; 6-10; 11-20; > 20 mm
	Netzrisse (NR): - Ausmaß: Fläche [m2] - Schwere: Anteil Fläche [%] 5%; 10%; 20%; 30%; > 30%
	Oberflächenschäden (OF): - Kornausbrüche, Schwitzen, Abplatzungen, Schlaglöcher... - Ausmaß: Fläche [m2] - Schwere: Vorhandensein bzw. Tiefe [mm] 0; 1-5; 6-10; 11-20; > 20 mm
	Spurrinnen (SP): - Ausmaß: Länge [lfm] - Schwere: Vorhandensein bzw. Tiefe [mm] 0; 1-5; 6-10; 11-20; > 20 mm
	Längsebenheit (LE): - International roughness index IRI (i.a. nur A+S) - Ausmaß: Länge [lfm] - Schwere: IRI [mlkm] 1; 2; 3; 4; >4 mlkm
	Griffigkeit (GR): - Messung mit RoadSTAR oder Griptester - Ausmaß: Fläche [m2] - Schwere: Griffigkeit [μ] >0,7; 0,6; 0,5; 0,4; <0,4
	Tragfähigkeit (TF): - Messung mit Benkelmann oder FWD - Ausmaß: Fläche [m2] - Schwere: Deflektion [μ]

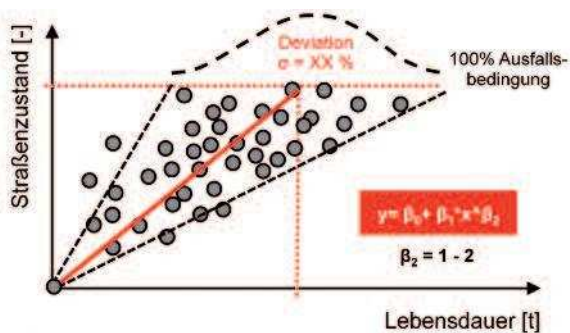
Tabelle 1: Bsp. Schadenstypen und ihre Erfassung nach Ausmaß und Schwere für den Straßenoberbau (Asphalt)

(Tabelle 1).

3.4 Zustandsfunktionen

Die Zustandsfunktionen für die einzelnen Schadensarten geben die sich aus Verkehr und Witterung ergebenden Abnutzung über die Lebensdauer der Straßenanlagen aus Langzeitbeobachtungen wider [8]. Asphaltstraßen weisen eine Vielzahl an Schadensarten auf, die nach Art und Ursache ihres Auftretens sowie dem Schadensverlauf charakterisiert werden können. Die Zustandsfunktionen bilden die Grundlage für die Zustandsprognose und werden im einzelnen Straßenabschnitt an den bisherigen Schadensverlauf angepasst [5;6;7].

Die Mehrzahl der Oberflächenschäden entstehen überwiegend aufgrund von Scherbeanspruchungen bei hohen Temperaturen und weisen einen annähernd linearen bis leicht progressiven Schadensverlauf auf (Abb. 6). Sie sind neben Einzelrissen in erster Linie für die Verkehrssicherheit relevant. Sofern keine strukturellen Schäden wie Netzrisse bestehen, sind diese Schäden durch Fräsen bzw. Deckschichtmaßnahmen



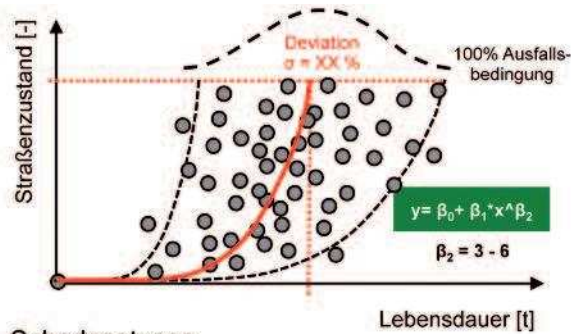
Schadenstypen

- Spurrinnenbildung
- Schubverformungen
- Oberflächenschäden (Sonstiges)

Abb. 6: Typischer linearer bis leicht progressiver Schadensverlauf von Oberflächenschäden, die überwiegend bei hohen Temperaturen $>+30^{\circ}\text{C}$ auftreten [7].

i.a. günstig behebbar.

Strukturelle Schäden aufgrund einer Ermüdung der Asphaltdecke treten überwiegend in mittleren Temperaturbereichen in der Rollspur auf und zeigen einen von der Schichtunterseite ausgehenden stark progressiven Schadensverlauf (Abb. 7). Die Ursachen dieser Schäden sind vielfach in unzureichender Untergrundtragfähigkeit oder Stärke der Asphalttrag- und Deckschichten zu suchen. Die zur Behebung der Schäden erforderlichen Instandsetzungsmaßnahmen sind relativ teuer, weshalb es in der Regel wirtschaftlich sinnvoll ist, eine Bemessungslebensdauer gegen Ermüdung gemäß RVS 03.08.63 von 35 bis 40 Jahren statt dem angegebenen Wert von 20 Jahren zu wählen. Sind bereits strukturelle Schäden vorhanden, ist die Untergrundtragfähigkeit und der Frostkoeffizient zu prüfen und vielfach zusammen mit der gesamten Asphaltdecke auszutauschen.

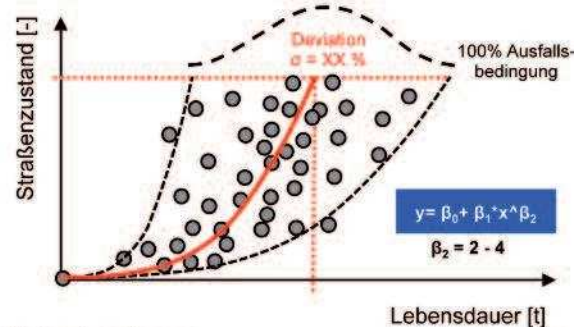


Schadenstypen

- Strukturschäden / Verdrückung
- Netzrisse (von unten)
- Schlaglochbildung (als Folge von Netzrisse)

Abb. 7: Stark progressiver Schadensverlauf von Ermüdungsschäden, die überwiegend bei mittleren Temperaturen von 0°C bis $+30^{\circ}\text{C}$ auftreten [7].

Einzelrisse in Längs- und Querrichtung sowie Nahtisse treten überwiegend bei tiefen Temperaturen durch die dabei auftretenden Zugkräfte ausgehend von der Oberseite der Asphaltdecke auf und zeigen einen progressiven Schadensverlauf (Abb. 8). Treten sie alleine auf, können sie durch Vergießen bis zu einem gewissen Ausmaß relativ günstig behoben werden. Ohne Maßnahmen kommt es jedoch durch Niederschlag und Frost rasch zu teurer zu behebenden Strukturschäden.



Schadenstypen

- Tieftemperaturrisse in Längs- und Querrichtung
- Nahtrisse

Abb. 8: Progressiver Schadensverlauf von Einzelrissen und Nahtissen, die überwiegend bei tiefen Temperaturen von $<0^{\circ}\text{C}$ auftreten [7].

3.5 Zustandserfassung

Die Zustandserfassung des Straßenoberbau erfolgt in der Regel messtechnisch (z.B. RoadStar) oder visuell in periodischen Abständen alle 3 bis 5 Jahre für das gesamte Straßennetz. Im Netz der Landes- und

Gemeindestraßen erfolgt üblicherweise eine visuelle Erfassung der einzelnen Schäden in Abschnitten auf Basis von Listen, was einen erheblichen Aufwand in der Auswertung und Zuordnung der erfassten Daten nach sich zieht [2]. Mit dem an der TU Wien – Institut für Verkehrs-wissenschaften entwickelten EMS – Tool ist es möglich, die visuelle Zustandserfassung vor Ort

GPS – gestützt durchzuführen oder Messdaten direkt einzulesen, was eine erhebliche Vereinfachung darstellt. Zudem können mit dem EMS – Tool aufgenommene Bilder zur Schadensdokumentation automatisch zugeordnet werden, was eine spätere Überprüfung der Zustandserfassung in der Massnahmenplanung wesentlich erleichtert.

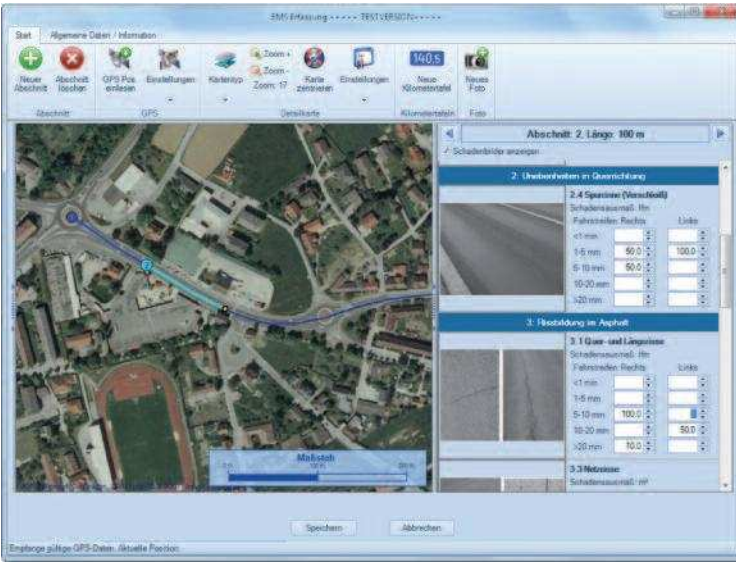


Abb. 9: Visuelle GPS – gestützte Zustandserfassung von Schäden am Straßenoberbau mit dem EMS - Tool.

3.6 Zustandsprognosen und Bewertung

Die Zustandsprognose ohne Maßnahmen basiert auf der Anpassung des typischen Schadensverlaufes für einen Schadenstyp an das Alter und den bisherigen tatsächlichen Schadensverlauf im Straßenabschnitt. Die Prognose selbst kann deterministisch d.h. auf Basis des mittleren Zustandsverlaufes oder probabilistisch unter Berücksichtigung von Streuung und Unsicherheiten erfolgen. Für die Zustandsprognose mit Maßnahmen ist es erforderlich, den Zustand nach der Umsetzung (Rücksetzwert) sowie die Wirkdauer zu kennen. Weiterführende Hinweise zur

Zustandsprognose ohne/mit Maßnahmen finden sich unter [2;5;7]. Die Zustandsbewertung erfolgt meist nach dem Schulnotensystem und ist nichts anderes als eine qualitative Aussage bis zu welchem Schadensausmaß der Zustand der einzelnen Schadensmerkmale noch als gut anzusehen ist und ab wann er als schlecht eingestuft wird (Abb. 10). Diese Art der Einstufung wird Bewertungsschlüssel genannt und ist naturgemäß auf dem hochrangigen Straßennetz strenger. Ein sehr schlechter Zustand mit Note 5 muss noch keine Nutzergefährdung bedeuten, sondern hängt vom Schadenstyp ab [6].

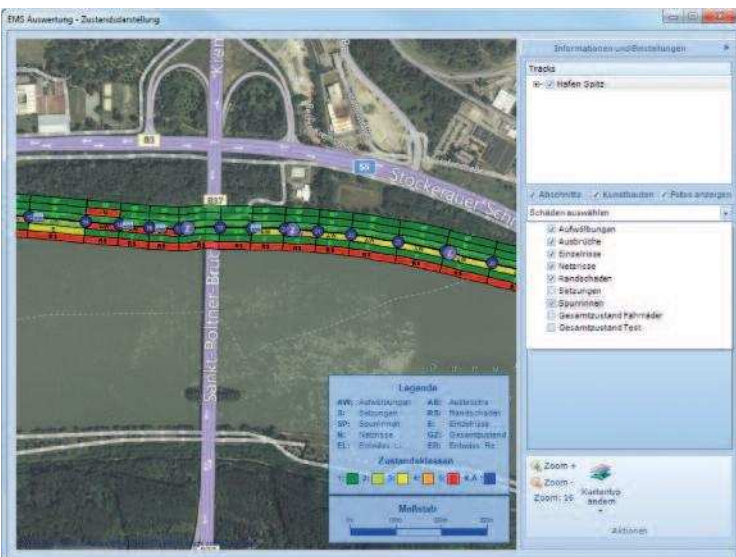


Abb. 10: Darstellung der Zustandsauswertung nach dem Schulnotensystem für erfasste Schäden im EMS – Tool

In den üblichen EMS – Systemen z.B. in USA, Deutschland und Österreich erfolgt eine Zusammenfassung der Schäden zu einer Gesamtnote [5;6]. In dem neu entwickelten Ansatz wird bewusst von dieser Vorgehensweise zugunsten einer gezielteren

Schadensansprache und Optimierung der Maßnahmen abgegangen [7]. Um die Resultate mit anderen Tools vergleichen zu können, kann dennoch ein Gesamtzustand dargestellt werden (Abb. 11).



Abb. 11: Darstellung der Zustandsauswertung mit Gesamtnote und Schadensbildern im EMS - Tool.

3.7 Maßnahmenkataloge und LV - Positionen

Um Maßnahmen gezielt auswählen und einsetzen zu können, ist eine detaillierte Beschreibung der Anwendbarkeit nach Schadenstyp und Schadensausmaß mit dem sich ergebenden Rücksetzwert und Wirkdauer [5,6] sowie Kosten nach Maßnahmausmaß erforderlich. Im entwickelten EMS – Tool sind alle

wesentlichen Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen mit ihrer Wirkung auf die einzelnen Schäden beschrieben (Abb. 12). Zusätzlich sind die einzelnen Arbeitsschritte und Leistungspositionen in der Umsetzung der Maßnahmen detailliert dargestellt, was die Erstellung eines Leistungsverzeichnisses auf Basis der Maßnahmenwahl wesentlich erleichtert.

M07 - Sanierung von Kanten und Eckschäden (Mittel - normal)					Fotodokumentation
M01 - Instandhaltung: 1. Einzelsteine klein abdichten (< 3mm)²					Fotodokumentation
Pos. Nr.	Leistungsbeschreibung	Menge	Einheit	Indizialpreis	Gesamtwert in €
1	Abdichten oder Schließen von Rissen Sanierung von Rissen und Fugen in Asphaltbelägen durch Auffüllen oder Schließen auf die Breite/Tiefe von max. 20 mm in Straßenlagenebene.	104	30000	5,60	5784
		105	10000	3,20	4480
		106	10000	2,60	2600
		107	10000	2,50	2500
2	Reinigen und Versiegeln Reinigen und versiegeln der bestehenden Asphalt-Flächen mit einer Reibwert von 500 mm auf einer Oberflächentemperatur von ca. 100°C aufschmelzen. Versiegeln mit Reibwert und mineralischer Füllstoffverfüllung.	108	7000	3,30	23100
		109	20000	2,20	44000
3	Reinigen und Versiegeln Reinigen und versiegeln der bestehenden Asphalt-Flächen mit einer Reibwert von 500 mm auf einer Oberflächentemperatur von ca. 100°C aufschmelzen. Versiegeln mit Reibwert und mineralischer Füllstoffverfüllung.				
4	Reinigen und Versiegeln Reinigen und versiegeln der bestehenden Asphalt-Flächen mit einer Reibwert von 500 mm auf einer Oberflächentemperatur von ca. 100°C aufschmelzen. Versiegeln mit Reibwert und mineralischer Füllstoffverfüllung.				
5	Sicherung und Freigabe für den Verkehr Die Leistung beinhaltet: ständige Anwesenheit des Arbeiters während der Baumaßnahme, Absicherung, Einleitung des Verkehrs bis zur Verkehrsfreigabe.				

Abb. 12: Auszüge aus den entwickelten Maßnahmenkatalogen für den Straßenoberbau

3.8 Maßnahmenplanung & Optimierung

Die Maßnahmenplanung und Optimierung ist das Herzstück jedes Erhaltungsmanagementsystems. Der für das EMS – Tool entwickelte Lebenszykluskostenansatz ist Ergebnis einer langjährigen Entwick-

lungsarbeit und vergleichsweise aufwendig. Dafür können die Ergebnisse auf Basis der nachstehenden Überlegungen einfach und schnell auf Plausibilität und Wirtschaftlichkeit überprüft werden. Mit den aus der Preisdatenbank des EMS – Tools errechneten Kosten-

funktionen nach Maßnahmenausmaß sowie Wirkdauer der Maßnahmen können Annuitätenfunktionen nach Maßnahmenausmaß berechnet werden. Gemäß dem in Abb. 13 angegebenen Beispiel kann dadurch ein direkter Vergleich unterschiedlichster Maßnahmen auf Basis der jährlichen Kosten erfolgen, wodurch die

wirtschaftlichste Maßnahmenkombination für das tatsächliche Schadensausmaß bestimmt werden kann. Die Bauloslänge kann ebenfalls auf diese Weise optimiert werden, indem die Nachbarabschnitte mit betrachtet werden.

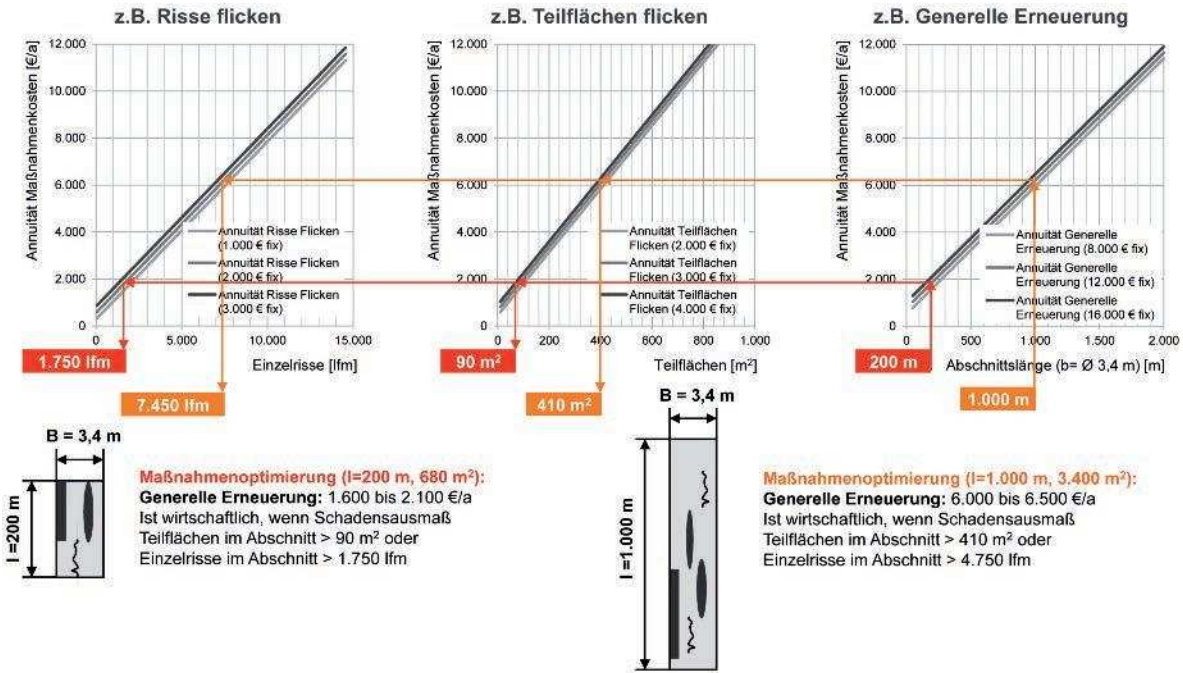


Abb. 13: Überprüfung der Maßnahmenwahl und Bauloslänge aus dem EMS – Tool auf Basis von Annuitätenfunktionen und tatsächlichem Schadensausmaß

Die Maßnahmenplanung in dem EMS – Tool kann entweder manuell durch Auswahl einzelner Maßnahmen für eine selektierte Straßen- oder Weganlage abschnittsweise oder per „drag and drop“ erfolgen. Das Tool kalkuliert die geschätzten Kosten und Annuitäten im Anwendungsbereich der Maßnahmen

auf Basis der tatsächlich vorhandenen Schäden am Straßenquerschnitt. Die direkte Maßnahmenplanung auf der Karte verschafft eine schnelle Übersicht über die Situation vor Ort und ermöglicht die Berücksichtigung der Ortskenntnisse in Maßnahmenwahl und Planung (Abb. 14).

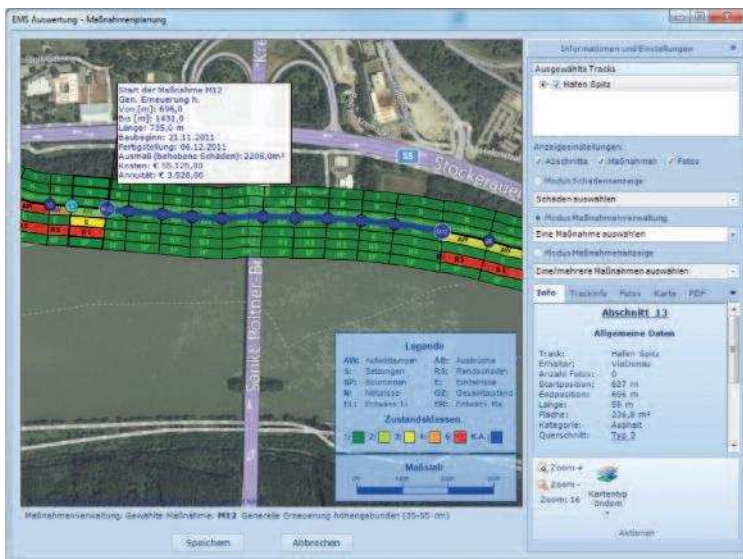


Abb. 14: Maßnahmenwahl und Maßnahmenplanung per „drag and drop“ im EMS – Tool mit Kostenschätzung, Annuität und Auswirkung auf die Schadenstypen.

Eine weitere Möglichkeit der Maßnahmenplanung kann auf Basis des entwickelten Lebenszyklusansatzes im EMS – Tool für Teile des Straßennetzes oder das Gesamtnetz weitgehend automatisch erfolgen. Damit ist es möglich, eine optimale Maßnahmenwahl, Bauloslänge und Timing für beliebige Kombinationen

von Schäden zu finden. In der Praxis hat es sich bewährt, Maßnahmenvorschläge vom EMS – Tool berechnen zu lassen und diese dann aufgrund der Kenntnis der lokalen Gegebenheiten oder von Laboruntersuchungen fallweise manuell anzupassen (Abb. 15).

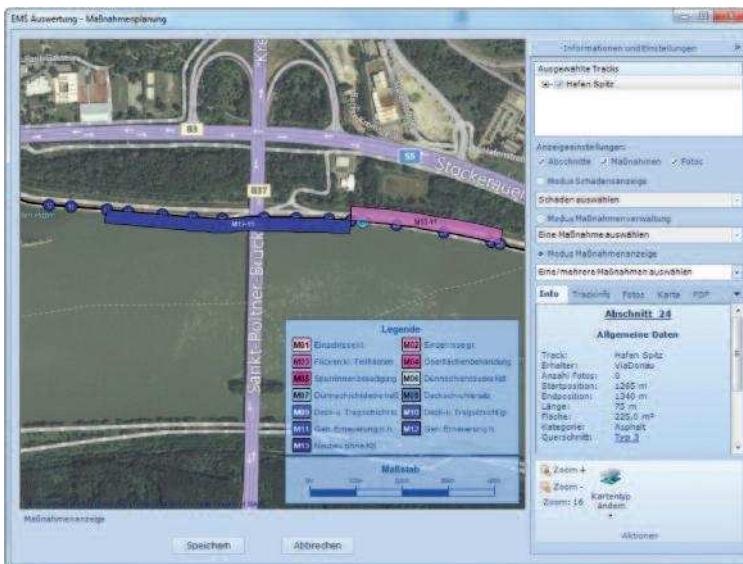


Abb. 15: (Teil-)Automatisierte Maßnahmenwahl und im EMS – Tool auf Basis des entwickelten Lebenszykluskostenansatzes.

3.9 Prioritäten und Budget

Für die Budgetierung kann entweder der Zugang über den Budgetbedarf aus der optimierten Maßnahmenplanung oder eine Reihung von Maßnahmen im Rahmen eines festgelegten Budgets gewählt werden. Da der letztere Fall eines gegebenen Budgets die Regel ist, wird es sinnvoll sein, den unmittelbar aus Sicherheitsgründen wesentlichen Maßnahmen den Vorzug zu geben. Danach sind jene Maßnahmen im Rahmen des verbleibenden Budgets auf wichtigen Streckenabschnitten umzusetzen, die entweder die geringste Annuität oder den größten Zuwachs an Anlagevermögen im Verhältnis zu den investierten Mitteln bewirken. Mit dem entwickelten EMS – Tool

sind grundsätzlich beide Zugänge in der Budgetierung bzw. dem Setzen von Prioritäten möglich. Als Ergebnis der jeweiligen Budgetierung bzw. Maßnahmenplanung kann auch die sich jeweils ergebende Zustandsentwicklung mit Maßnahmen auf Netz- und Projektebene dargestellt werden. In weiterer Folge ist es mit diesen Ansätzen möglich, Szenario-Rechnungen für unterschiedliche Erhaltungsstrategien bzw. zur Verfügung gestellte Budgets durchzuführen. Das Beispiel in Abb. 16 illustriert das sich ergebende Budget aus einer solchen Maßnahmenplanung im EMS - Tool.

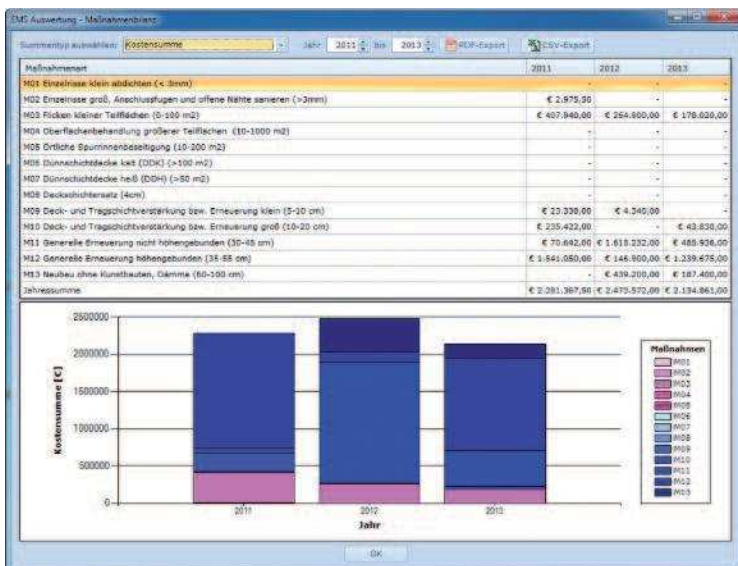


Abb. 16: Ermittlung des Budgetbedarfs als Ergebnis der Maßnahmenplanung im EMS – Tool.

3.10 Bauprogramm und Umsetzung

Das sich aus den festgelegten Prioritäten und Maßnahmen im Rahmen des vorhandenen Budgets ergebende Bauprogramm kann im EMS - Tool in Form

von Listen mit Streckenabschnitt, Maßnahmentyp, Kosten und Baudauer ausgegeben bzw. mit Maßnahmen an anderen Straßenanlagen abgestimmt werden (Abb. 17).

Trasse	Maßnahmentyp	Len [m]	Fla [m²]	Menge	Kosten [€]	Anzahlst [€/a]	Baubeginn	Beitragstellung
Jachthafen einfahrt-Paarhof	M02 Einzelrase groß, Anschl...	0	468	208 km	520	143	12.11.2011	13.11.2011
Begleit Trappelweg km 1971,120-E	M02 Einzelrase groß, Anschl...	18.926	20.134	249 km	468	188	12.11.2011	13.11.2011
Kaasrau - Seewinkel Forstweg	M03 Flächen kleiner Teilfläch...	0	1.647	777 m³	31.080	6.868	12.07.2011	13.07.2011
Kaasrau - Seewinkel Forstweg	M03 Flächen kleiner Teilfläch...	2.378	2.713	3 m³	120	27	12.07.2011	13.07.2011
Kaasrau - Seewinkel Forstweg	M03 Flächen kleiner Teilfläch...	3.154	3.551	90 m³	1.200	270	12.07.2011	13.07.2011
Wieshöbling - Köbling	M03 Flächen kleiner Teilfläch...	0	1.486	778 m³	31.140	6.889	12.11.2011	13.11.2011
Forstweg Seewinkel - Wieshöbling	M03 Flächen kleiner Teilfläch...	0	2.300	820 m³	32.820	7.376	12.11.2011	13.11.2011
Grans LU 2050,600-Reling 2053,7...	M03 Flächen kleiner Teilfläch...	0	2.802	282 m³	11.250	2.534	12.11.2011	13.11.2011
Dammkronweg Abfahrt zu Trepp...	M03 Flächen kleiner Teilfläch...	0	5.403	667 m³	22.680	5.097	12.11.2011	13.11.2011
Jachthafen einfahrt-Paarhof	M03 Flächen kleiner Teilfläch...	0	247	974 m³	36.940	8.752	12.11.2011	13.11.2011
Kraftwerks Untere Wasser km 1878 gl.	M03 Flächen kleiner Teilfläch...	1.230	2.082	892 m³	22.080	4.961	12.11.2011	13.11.2011
Aber TW-Tuin Aubed-LALE Sportpl...	M03 Flächen kleiner Teilfläch...	1.289	1.582	334 m³	13.390	3.007	12.11.2011	13.11.2011
Aber TW-Tuin Aubed-LALE Sportpl...	M03 Flächen kleiner Teilfläch...	2.788	3.059	210 m³	8.400	1.888	12.11.2011	13.11.2011
Ausfahrt Schleuse Großentem-Bau...	M03 Flächen kleiner Teilfläch...	5.374	5.491	90 m³	3.600	806	12.11.2011	13.11.2011
Ausfahrt Schleuse Großentem-Bau...	M03 Flächen kleiner Teilfläch...	8.141	9.021	675 m³	27.000	6.068	12.11.2011	13.11.2011
Zufahrt zu Alten Bäckerei Grief...	M03 Flächen kleiner Teilfläch...	1.076	2.146	879 m³	20.160	5.205	12.11.2011	13.11.2011
Reif 1943,33 - 1941,73-Kirzendorf	M03 Flächen kleiner Teilfläch...	0	1.532	303 m³	14.460	3.230	12.11.2011	13.11.2011
Dambach	M03 Flächen kleiner Teilfläch...	0	732	2947 m³	101.880	22.898	25.12.2011	26.12.2011
E-Zell Freidab - NW Jochemstein LW	M09 Deck- und Tragschicht...	756	1.010	1567 m³	28.338	3.100	10.11.2011	13.11.2011
KW Aschach re Ufer - Oberkasser	M10 Deck- und Tragschicht...	0	376	1716 m³	30.824	2.248	12.11.2011	17.11.2011
Lubergg Herrenhaus-Eberdelf R...	M10 Deck- und Tragschicht...	1.654	3.875	6652 m³	119.736	6.781	12.11.2011	17.11.2011
Schliffstation H9 Heli-Schleuse km	M10 Deck- und Tragschicht...	234	1.408	3452 m³	62.126	4.857	12.11.2011	17.11.2011
Begleit Trappelweg km 1971,120-E	M10 Deck- und Tragschicht...	6.532	6.924	1287 m³	22.826	1.655	12.11.2011	17.11.2011
Stentheim Lände-Sportplatz	M11 Generelle Erneuerung R...	0	541	1611 m³	96.042	3.272	12.11.2011	24.11.2011
STANDORT-VACHTHAREN	M12 Generelle Erneuerung R...	1.669	1.569	1600 m³	38.200	2.356	12.11.2011	24.11.2011
Guthof - Siesker Brändner	M12 Generelle Erneuerung R...	0	1.151	4842 m³	121.050	7.747	12.11.2011	27.11.2011
Schliffstation H9 Heli-Schleuse km	M12 Generelle Erneuerung R...	0	358	595 m³	14.826	657	12.11.2011	27.11.2011

Abb. 17: Auflistung der tatsächlich umzusetzenden Maßnahmen in Form eines Bauprogramms im EMS - Tool.

22

Die Ergebnisse von Zustandserfassung und Auswertung, Maßnahmenplanung und Bauprogramm können im entwickelten EMS - Tool visuell überprüft und in Form von Plänen und Auswertungen ausgegeben werden (Abb. 18). Durch die Auswahl eines beliebig wählbaren Kartenausschnittes und Angabe

von Papierformat und Maßstab können Ergebnispläne im PDF – Format einfach erstellt werden. Der Export aller wesentlichen Ergebnisdaten in Excel oder GIS – Systeme ist in dem entwickelten EMS – Tool ebenso möglich, wie die Einbindung von Schnittstellen zu anderen Tools.

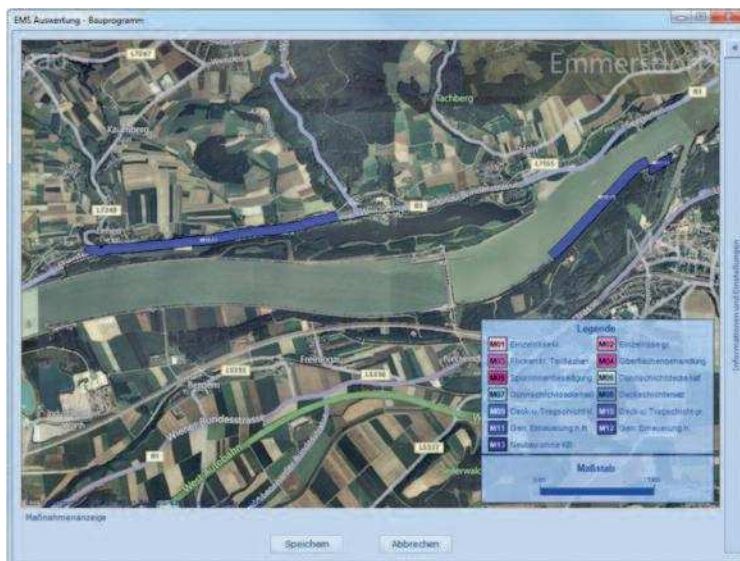


Abb. 18: Visualisierung ausgewählter Maßnahmen des Bauprogramms in Übersichtskarten im EMS - Tool.

3.11 Kontrolle und Feedback

In der konkreten Umsetzung der Maßnahmen kann sich sowohl die Maßnahmenart, als auch das Maßnahmausmaß aufgrund einer Vielzahl an Umständen ändern. Weiters werden die tatsächlichen Kosten in der Umsetzung im Einzelfall immer eine gewisse Abweichung gegenüber den Ergebnissen der Planung aufweisen.

Gerade diese Abweichungen von Ist und Soll enthalten wesentliche Informationen über mögliche Schwachstellen und Verbesserungspotentiale für einen effizienten Einsatz der knappen Mittel im Lebenszyklus. Auf Basis laufender Aufzeichnungen können die Zustands- und Kostenprognosen kontinuierlich verbessert werden. Zudem dienen diese Aufzeichnungen als Dokumentation und Beweissicherung gegenüber Fördergebern bzw. Dritten und sind zwingend von Straßenbetreibern zu führen.

Im entwickelten EMS – Tool können diese Informationen üblicherweise am Ende des Jahres zusammen mit den Ergebnissen der Projektabrechnung eingegeben werden. Auf diese Weise können nicht nur die Abweichungen von den geschätzten Kosten aus der Planung verifiziert werden, sondern es wird auch ein Daten- und Preisspeicher für die Aktualisierung der Zustands- und Kostenfunktionen geschaffen, der dafür sorgt, dass den Erhaltungsplanern im EMS – Tool immer aktuelle und aussagekräftige Grundlagen für das jeweilige Netz ohne unnötigen Mehraufwand zur Verfügung stehen.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Die vorgestellten Ansätze eines systematischen Erhaltungsmanagements mit Lebenszykluskosten sind nur ein kleiner Ausschnitt aus mehr als 10 Jahren kontinuierlicher Entwicklungsarbeit des Autors. Die entwickelten Methoden sind sowohl für den Straßenoberbau, als auch alle anderen Arten von Straßenanlagen bzw. beliebige mehrteilige alternde und für eine Instandsetzung geeignete Systeme anwendbar.

Das auf dieser Basis am Institut für Verkehrswissenschaften der TU Wien entwickelte EMS – Tool erlaubt eine nachvollziehbare Darstellung und Bewertung der mit den vorhandenen Ressourcen erzielbaren Ergebnisse im Erhaltungsmanagement. Mit dem entwickelten Lebenszykluskostenansatz wird zudem ein effizienter Mitteleinsatz vom Leitprojekt bis zur Einzelmaßnahme sichergestellt. Die implementierten Kontrollfunktionen geben den Entscheidungsträgern weiters die Möglichkeit, die erzielten Ergebnisse in Hinblick auf den gesetzlichen Anspruch einer sparsamen, zweckmäßigen und wirtschaftlichen Mittelverwendung einfach zu überprüfen.

Auf der Ebene des Erhaltungsplaners schafft das EMS – Tool alle Voraussetzungen für eine einfache standardisierte Erfassung und Bewertung der Straßenanlagen gemäß den eingestellten Vorgaben. Zudem

kann die Maßnahmenplanung wesentlich schneller bzw. gemäß den vorgegebenen Erhaltungszielen optimiert werden. Ein weiterer Vorteil auf dieser Ebene besteht darin, dass alle für die Entscheidungsträger wesentlichen Informationen wie Finanzbedarf, Zustandsentwicklung, Anlagevermögen und Restlebensdauer der Straßenanlagen zuverlässig ohne Mehraufwand bestimmt werden können. Die dadurch frei werdenden Ressourcen können z.B. in Ausschreibung, Qualitätssicherung in der Ausführung und Anticlim-Management investiert werden.

In der praktischen Umsetzung erleichtert das EMS – Tool den handelnden Personen eine einheitliche Schadensansprache und Zustandserfassung durch die vordefinierten Schäden und die GPS - Unterstützung. Zudem werden dem Personal leicht zu beherrschende Instrumente für die Optimierung und Prüfung der Maßnahmenwahl aus dem EMS – Tool zur Verfügung gestellt. Die regelmäßige Eingabe der durchgeführten Arbeiten und die einfache Auswertung sowie Ausgabe der Ergebnisse sorgen zusätzlich dafür, dass alle Entscheidungsgrundlagen immer auf dem aktuellsten Stand sind. Gerade die Akzeptanz eines einfach zu handhabenden EMS – Tools auf dieser Ebene sichert erst eine laufende Anwendung und erfolgreiche Umsetzung im Erhaltungsmanagement.

Naturgemäß ergeben sich gerade aus der praktischen Anwendung im Erhaltungsmanagement der Straßen laufend neue Fragen und Herausforderungen. Demgemäß ist eine kontinuierliche Weiterentwicklung der verwendeten Ansätze und Methoden sowie Anpassung an die unterschiedlichen Anforderungen der einzelnen Straßenbetreiber erforderlich. Gemäß den bisherigen Erfahrungen ist es auf Basis der vorgestellten Ansätze möglich, alle Arbeitsschritte von der Zustandserfassung bis zur Maßnahmenplanung und Budgetierung für typische Österreichische Kommunen mit Netzlängen zwischen 20 bis 50 km in ein bis zwei Mannmonaten umzusetzen.

Eine erste umfassend getestete und bereits erfolgreich angewendete Version des entwickelten EMS – Tools für den Straßenoberbau steht bis Ende 2012 zur Verfügung und wird laufend weiter entwickelt und angepasst. Eine Ersterfassung weiterer Kunstbauten wie Brücken, Mauern, Tunnels und Lärmschutzwände in das EMS – Tool des Instituts für Verkehrswissenschaften der TU Wien ist ebenfalls bereits möglich. Deren vollständige Implementierung in das EMS – Tool gemäß der entwickelten Ansätze und Methoden ist in den Folgejahren ab 2013 geplant.

5. Literatur

[1] Hoffmann, M. (2011b). Road Infrastructure Expenditures on National, Regional and Communal Level in Austria. World Road Congress, 26th to 30th of October 2011 Mexico City

[2] Hoffmann, M. (2006). Instandsetzung von Straßen. Dissertation. TU Graz

[3] Hoffmann, M. (2011a). Introduction of life cycle costing factors of road infrastructures for the optimization of budgeting and investment decisions. 7th ICPT Conference 3rd to 5th of August 2011; Bangkok: ICPT Proceedings S 689 - 702

[4] Hoffmann, M (2009). Low cost Pavement Management System (PMS) for small communities with MS Excel. CETRA Conference 17th to 18th of May 2009; Opatija; ISBN: 978-953-6272-37-2, CETRA 2010 Proceedings S. 417 – 426

[5] Weninger-Vycudil, A. (2003). Entwicklung von Systemelementen für ein Österreichisches Pavement Management System; ISBN: 3-901912-13-4; ISTU - Heft 14. Technische Universität Wien; Wien

[6] Weninger-Vycudil, A. – Simanek, P. – Rohringer, T. - Haberl, J. (2009). Handbuch Pavement Management in Österreich 2009; ISSN 0379-1491 Heft 584 Straßenforschung des BMVIT; Wien

[7] Hoffmann, M. – Blab R. (2010). Probabilistic Modelling of Long-Term Performance and Service Life of Pavements and Road Infrastructures. 11th ISAP Conference 1st to 6th of August 2010; Nagoya: ISAP - Proceedings S

[8] Von Quintus, H. - Mallela, J. – Jiang, J. (2007), Expected Service Life and Performance Characteristics of HMA Pavements in LTPP; ISBN 978-0309-104159; Final Report for the Asphalt Pavement Alliance; Texas



Anti-Aging Anforderungen an Asphalt

1. Einleitung

Knappe Budgets für Bau und Erhalt von Infrastruktur gepaart mit knappen Rohstoffressourcen und stetig wachsender Belastung durch Verkehr und Klima – unter diesen Randbedingungen ist die Bereitstellung von Verkehrsinfrastruktur mit möglichst hoher technischer Lebensdauer eine komplexe Herausforderung. Anti-Aging Anforderungen an Asphalt, Kenngrößen und Grenzwerte also, die das Alterungsverhalten von unterschiedlichen Bindemitteln und Asphaltmischgütern quantifizierbar machen, sind notwendig, um die Auswahl von Bitumen und Asphalt auf Projektebene hinsichtlich spezifischer Randbedingungen wie Verkehrs- und Klimabelastung optimieren zu können.

2. Ursachen für Asphaltalterung

Hauptursachen für die fortschreitende Alterung von Straßenoberbauten liegen einerseits beim Bitumen als Bindemittelkomponente und andererseits an der Asphaltkonstruktion selbst. Bitumen setzt sich aus komplexen organischen Verbindungen zusammen, die während des Mischens, des Einbaus und während der Liegedauer durch Temperatur und UV-Strahlung oxidieren. Dadurch kommt es zu einer Veränderung der chemischen Struktur des Bindemittels, und damit einhergehend auch zu einer Veränderung seiner Eigenschaften.

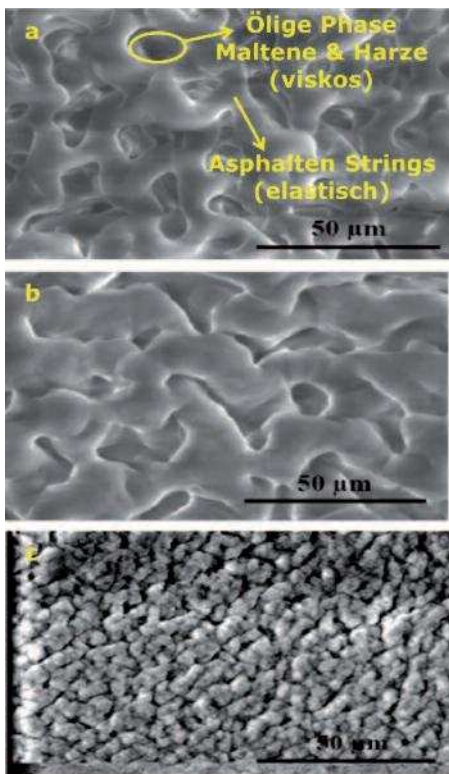


Abbildung 1: Bitumen unter dem Elektronenmikroskop: (a) im Anlieferungszustand, (b) im Zustand der Kurzzeitalterung nach Mischen und Einbau, (c) im Zustand der Langzeitalterung nach 10 Jahren Liegedauer in der Deckschicht

In Abbildung 1 sind drei Aufnahmen von Bitumen unter dem Elektronenmikroskop dargestellt. Bild (a) zeigt die Bitumenprobe im Anlieferungszustand. Deutlich erkennbar ist eine netzwerkartige Struktur, so genannte Asphalt-Strings, die dem Bindemittel die elastischen Steifigkeitseigenschaften geben. Diese Netzwerkstruktur ist in eine ölige Phase aus Maltene und Harzen, die für die viskosen Fließeigenschaften des Bitumens verantwortlich sind, eingebettet. Nach Mischen und Einbau verändert sich das Bindemittel, es befindet sich im Zustand der Kurzzeitalterung. Bild (b) zeigt diese Stadium: Während die Asphalt-Strings tendenziell an Durchmesser und Lagerungsdichte zunehmen, nimmt die viskose, ölige Phase leicht ab. Dramatisch zeigt sich die Veränderung des Bitumens nach etwa 10 Jahren Liegedauer auf der Straße in der Deckschicht. In Bild (c) ist eine solche Langzeitgealterte Bitumenprobe dargestellt. Die Asphalt-Strings weisen eine sehr dichte und kompakte Lagerung auf, während kaum mehr ölige Phase aus Maltene und Harzen sichtbar ist. Diese Beobachtungen stimmen auch mit der Veränderung der Eigenschaften des Bitumens während der Alterung überein. Gealtertes Bitumen zeigt im Vergleich zur ungealterten Vergleichsprobe höhere Steifigkeit und geringere Viskosität. Dies drückt sich vor allem durch eine geringere Rissbeständigkeit der Asphaltkonstruktion im Tieftemperaturbereich aus.

Die zweite Hauptursache der Alterung betrifft die eingebaute Asphaltenschicht. Asphaltstraßen unterliegen aufgrund der ständigen dynamischen Verkehrsbelastung einer fortschreitenden Ermüdung. Die Verkehrsbelastung führt – analog wie bei einem elastisch gelagerten Balken – zu einem ständigen Wechsel von Druck- und Zugspannungen an der Unterseite der gebunden Schichten. Durch diese Dauerbelastung kommt es im Asphalt einerseits zur Ausbildung von Mikrorissen, die mit dem freien Auge zunächst nicht wahrnehmbar sind, und andererseits zu Ablösungserscheinungen zwischen Gestein und Mastix (Bitumen und Füller). Beide Phänomene verringern die Steifigkeit des Asphalts, wodurch die verkehrsinduzierten Spannungen steigen. Dies führt wiederum zu einer progressiven Zunahme von Mikrorissen und Ablösungen. Diese Ermüdungserscheinung bedingt die technische Lebensdauer von Asphaltkonstruktionen und führt, wenn keine entsprechenden Erhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden, zur strukturellen Zerstörung des Aufbaus: Die Mikrorisse verbinden sich allmählich miteinander, es entstehen sichtbare Risse, die schließlich von der Unterseite der gebunden Schichten nach oben hin durchschlagen, bis die Asphaltkonstruktion von Netzrissen durchzogen das Ende der Lebensdauer erreicht hat.

3. Ermittlung der Alterungsbeständigkeit im Labor

Soll Straßeninfrastruktur effizient und nachhaltig gebaut werden, so ist es notwendig, die Alterungsbeständigkeit von Oberbauten zu optimieren.

Dies ist jedoch nur möglich, wenn die Alterung im Labor zeitraffend simuliert werden kann, und entsprechende Parameter zur Quantifizierung der Alterungsbeständigkeit zur Verfügung stehen. Zur Simulation der Bitumenalterung stehen dafür zwei standardisierte Methoden zur Auswahl. Mit dem so genannten RTFOT-Verfahren (Rolling Thin Film Oven Test) nach ON EN 12607-1 kann Bitumen aus dem Anlieferungszustand in den Zustand der Kurzzeitalterung gebracht werden.

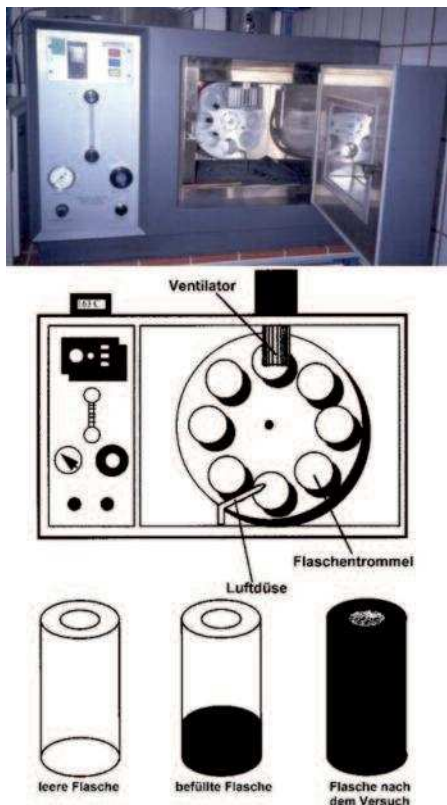


Abbildung 2: Das RTFOT-Verfahren zur zeitraffenden Simulation der Kurzzeitalterung von Bitumen im Labor

Abbildung 2 zeigt das Gerät und das Versuchsschema. Zylinderförmige Glasgefäße werden mit Bitumen gefüllt und diese anschließend horizontal in einer rotierenden Scheibe, die in einer Temperatorkammer situiert ist, montiert. Während die Probengefäße nun langsam gedreht werden, wird die Temperatur in der Kammer auf 163°C erhöht. So wird ein dünner, ständig fließender Bitumenfilm mit großer Oxidationsoberfläche sichergestellt. Durch einen vorgewärmten Luftstrahl wird die Oxidationswirkung noch verstärkt. Nach 75 Minuten ist die Alterung beendet und die entnommene Probe entspricht einem Kurzzeitgealterten Bitumen nach Mischen und Einbau. In einem weiteren Schritt kann mit dem so genannten Pressure Aging Vessel (PAV) nach ON EN 14769 eine Kurzzeitgealterte Probe unter Druck und Temperatur innerhalb von 20 Stunden in den Zustand der Langzeitalterung gebracht werden. Dies entspricht dem Zustand eines Bitumens, das etwa 10 Jahre in einer Deckschicht

eingebaut war. Die so im Labor zeitraffend gealterten Bitumenproben können anschließend mit konventionellen Prüfverfahren, wie Nadelpenetration oder Erweichungspunkt Ring und Kugel, geprüft werden, um Aussagen über die Veränderung des Bindemittels durch Alterung treffen zu können.

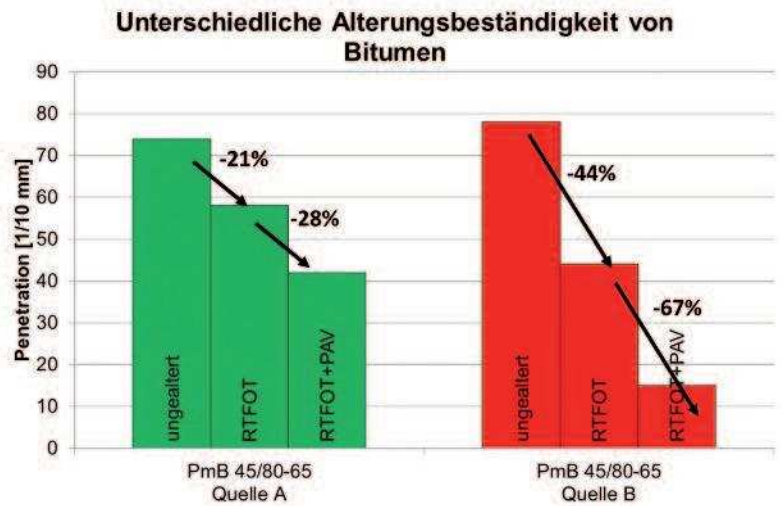


Abbildung 3: Veränderung der Nadelpenetration von PmB 45/80-65 aus zwei Quellen nach Kurz- und Langzeitalterung

Abbildung 3 zeigt die Veränderung der Nadelpenetration von polymermodifiziertem Bitumen PmB 45/80-65 aus zwei verschiedenen Quellen. Während sich die Penetration der Probe A um 21% bzw. 28% vom Anlieferungszustand zum Zustand der Kurz- bzw. Langzeitalterung verringert, ist die Abnahme beim Bitumen der Quelle B mit 44% und 67% deutlich größer.

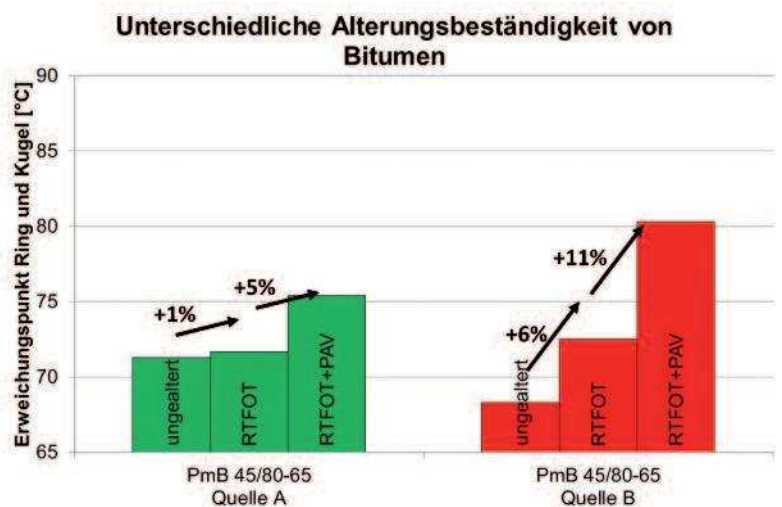


Abbildung 4: Veränderung des Erweichungspunkts Ring und Kugel von PmB 45/80-65 aus zwei Quellen nach Kurz- und Langzeitalterung

Analog dazu sind in Abbildung 4 die Ergebnisse des Erweichungspunkts Ring und Kugel abgebildet. Auch hier zeigt sich, dass sich die Probe A im Vergleich zur Probe B weniger stark verändert. Damit wird erkennbar, dass sich die Alterungsbeständigkeit vor einem Einsatz des Bindemittels in der Praxis durch diese einfachen Laborprüfungen rasch abschätzen lässt. Gleichzeitig wird deutlich, dass Bitumen, die im Anlieferungszustand der Spezifikation nach ON B 3613 entsprechen, nach Kurz- und Langzeitalterung gegebenenfalls ein deutlich unterschiedliches Verhalten aufweisen. Asphalt, das mit Bitumen aus der Quelle B hergestellt wird, wird tendenziell früher Risse durch Kälteeinwirkung erleiden und rascher einem Ermüdungsprozess erliegen. Anzumerken bleibt, dass Bitumen, das aus Österreich bezogen wird, kaum einer dermaßen großen Spreizung in der Alterungsbeständigkeit und damit der Qualität unterliegen wird.

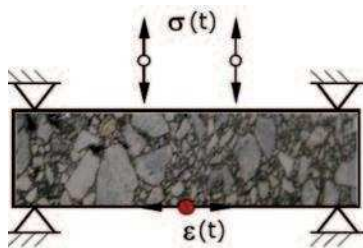


Abbildung 5: Die 4-Punkt-Biegeprüfung zur Simulation der Ermüdungsbeständigkeit von Asphaltmischgut im Labor

Auch für Asphaltmischgut kann die Alterung in Form von Ermüdung durch Verkehrsbelastung zeitraffend im Labor simuliert werden. Die 4-Punkt-Biegeprüfung (4PBB) nach ON EN 12697-24 ist eine geeignete Prüfmethode. Dabei wird wie in Abbildung 5 erkennbar, ein Probekörper aus Asphaltmischgut (60x60x500 mm), auf zwei äußeren Auflagern gelagert, während über zwei innenliegende Lager eine sinusförmige Druck-Zug-Wechselbelastung eingebracht wird. Dies entspricht der Situation im flexiblen Oberbau, wo ebenso durch dynamische Verkehrsbelastung eine Druck-Zug-Wechselbelastung an der Unterseite der gebundenen Schichten auftritt. Wesentlich im Oberbau, wie auch in der Prüfung ist die Dehnungsamplitude an der Unterseite des Balkens. Durch die schon oben beschriebenen Ermüdungserscheinungen (Mikrorisse, Ablösungen) kommt es zu einem stetigen Verlust an Steifigkeit E^* mit zunehmender Lastwechselzahl N . Dies ist im Diagramm in Abbildung 5 dargestellt. Beim klassischen Ermüdungskriterium, das auch bei Asphalt zur Anwendung kommt, wird angenommen, dass das Material dann vollständig ermüdet ist, wenn die Steifigkeit auf die Hälfte der Anfangssteifigkeit abgesunken ist. Die Lastwechselzahl, bei der diese Steifigkeit auftritt, wird als zulässige Lastwechselzahl N_{zul} bezeichnet. Je höher die Dehnungsamplitude im Versuch gewählt wird, desto rascher ermüdet das Material.

Die 4-PBB Ermüdungsprüfung wird bei drei verschiedenen Dehnungsamplituden durchgeführt. Wird die vorgegebene Dehnungsamplitude nun über die zulässige Lastwechselzahl bis zur Ermüdung N_{zul} dargestellt, so kann eine Wöhler-Kurve die Prüfdaten interpolieren, die einen Zusammenhang zwischen Belastung (Dehnungsamplitude) und Ermüdung darstellt. Die Dehnungsamplitude ϵ_6 , bei der das Material 10^6 , d.s. ein Mio. Lastwechsel bis zur Ermüdung erträgt, wird als Bezugswert zum Vergleich unterschiedlicher Mischgüter herangezogen.

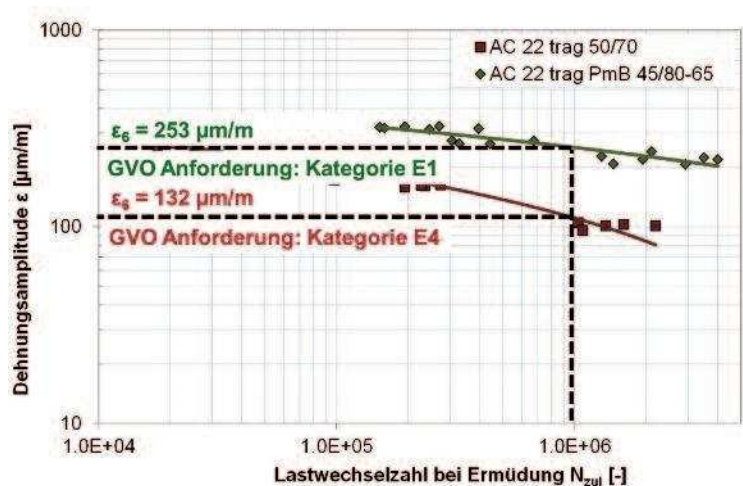


Abbildung 6: Ermüdungsverhalten (Wöhler-Kurve) von AC 22 trag 50/70 und AC 22 trag PmB 45/80-65

Abbildung 6 zeigt zwei Wöhler-Kurven für einen AC 22 trag 50/70 und für einen AC 22 trag PmB 45/80-65. Der AC 22 trag 50/70 zeigt einen Wert ϵ_6 von 132 $\mu\text{m/m}$ bzw. 0.132 %. Dies entspricht nach den Anforderungen gemäß gebrauchsvhaltensorientiertem (GVO) Konzept, die in ON B 3580-2 geregelt sind, einer Kategorie E4. Der AC 22 trag PmB 45/80-65 weist einen Wert ϵ_6 von 253 $\mu\text{m/m}$ auf, und entspricht somit der Kategorie E1. Aus den Zahlen lässt sich erkennen, dass das Mischgut bei sonst gleicher Konzeption mit PmB eine deutlich höhere Beständigkeit gegen Ermüdung aufweist als das Mischgut mit Straßenbaubitumen.

4. Effiziente Oberbaubemessung durch Berücksichtigung des Alterungsverhaltens

Der aktuelle österreichische Oberbaukatalog in der aktuellen Version der RVS 03.08.63 wurde über analytische Bemessungsberechnungen unter Ansatz eines Modellasphalts entwickelt. Die Annahmen für die asphaltmechanischen Kennwerte dieses Modellasphalts liegen auf der sicheren Seite und berücksichtigen unterschiedliche Alterung und Ermüdungsbeständigkeit von verschiedenen Asphaltmischgütern

nicht. So hat es wird bei der Bemessung nicht berücksichtigt, ob in der ermüdungsrelevanten Tragschicht Straßenbaubitumen oder höherwertiges PmB eingesetzt wird. Daher ergeben sich im Vergleich zum tatsächlichen Materialverhalten gegebenenfalls unterschiedlich hohe Bemessungs-reserven. Ein Beispiel soll veranschaulichen, welches Optimierungspotenzial vorhanden ist, wenn Materialeingangswerte aus GVO Prüfungen herangezogen werden, um eine Bemessung gemäß Konzept der RVS durchzuführen. Dafür wird die Standardbemessung mit dem RVS-Modellasphalt einer Bemessung mit einem Oberbau, der eine Tragschicht der Kategorie E1, also eine hochwertige Tragschicht mit PmB, enthält, gegenübergestellt.

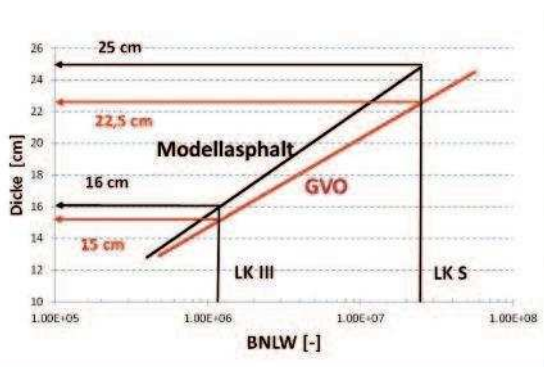


Abbildung 7: Bemessung mit dem RVS-Modellasphalt (schwarz) und einem Asphalt mit GVO-Kategorie E1 in der Tragschicht (rot).

Abbildung 7 zeigt Ergebnisse für zwei ausgewählte Lastklassen. Dies ist einerseits die Lastklasse III, die typischen Landesstraßen entspricht. Hierfür sind 1,3 Mio. Bemessungsnormlastwechsel (BNLW) angesetzt. Werden die Daten des Modellasphalts für die Bemessung herangezogen, so ist dafür eine gesamte Oberbaustärke von 16 cm erforderlich. Werden die günstigeren Ermüdungseigenschaften eines Tragschichtmischguts der Kategorie E1 berücksichtigt, so kann 1 cm des Aufbaus eingespart werden um dieselbe Lebensdauer zu erreichen. Deutlicher fällt der Unterschied bei einem Aufbau der Lastklasse S mit 25 Mio. BMLW aus. Hier ist bei Ansatz des RVS-Modellasphalts eine Aufbaustärke von 25 cm notwendig. Werden die tatsächlichen Materialkennwerte eines E1-Asphaltmischguts aus GVO-Prüfungen für die Bemessung verwendet, so kann die Aufbaustärke um 2,5 cm reduziert werden, um gleiche Lebensdauer zu erreichen. Eine mögliche Reduktion der Aufbaustärke durch Ansatz von tatsächlichen Materialkennwerten bei der Bemessung ist eine Möglichkeit der Optimierung. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Erhöhung der technischen Lebensdauer durch Ansatz von konkreten Materialkennwerten zu nutzen, um die Lebenszykluskosten zu reduzieren. Wird etwa bei einem Aufbau der Lastklasse III mit 16 cm Oberbaustärke eine hochwertige Tragschicht der Kategorie E1 verwendet,

so kann bei gleicher Aufbaustärke die technische Lebensdauer im Vergleich RVS-Modellasphalt von 1,3 Mio. BMLW auf 1,86 Mio. BMLW um 43% erhöht werden. Dramatischer ist die mögliche Optimierung bei der Lastklasse S. Hier kann bei gleicher Oberbaustärke von 25 cm die technische Lebensdauer durch Verwendung von Materialkennwerten aus GVO-Prüfungen von 25 Mio. BMLW auf 56,1 Mio. BMLW mehr als verdoppelt werden.

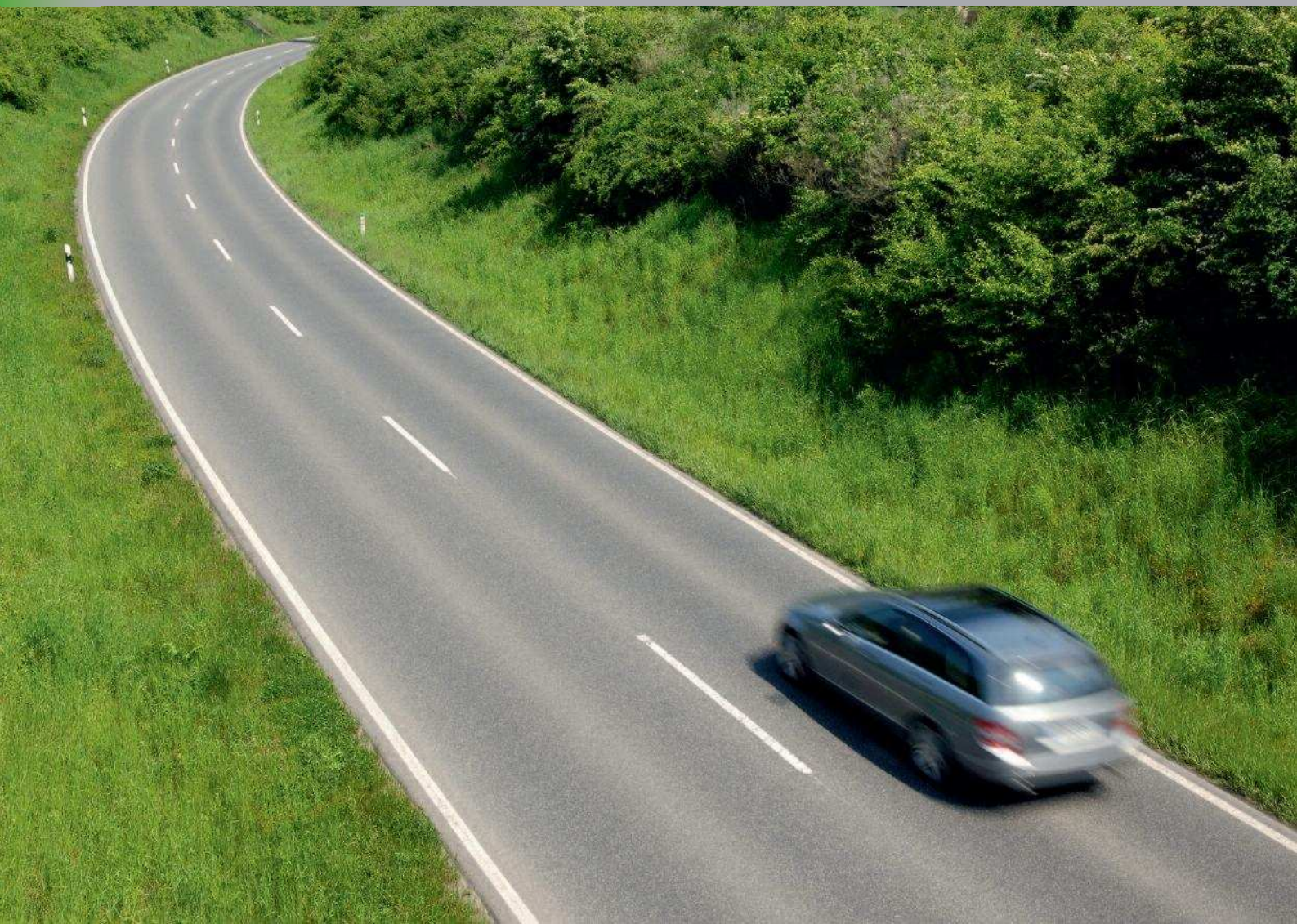
5. Zusammenfassung

Asphaltstraßen unterliegen einem Alterungsprozess, der zur fortschreitenden Ermüdung des Aufbaus führt und damit eine endliche technische Lebensdauer bedingt. Verantwortlich dafür sind einerseits die Alterung des Bitumens als organischer Stoff durch klimatische Belastung während Mischen, Einbau und Liegedauer und andererseits die Verkehrsbelastung, die zur Ermüdung der gebundenen Asphaltkonstruktion führt.

Alterungsmechanismen sind durch Laborprüfungen quantifizierbar, jedoch weiterhin Thema aktueller Forschungsprojekte. Durch den Einsatz von gebrauchungsverhaltenorientierte (GVO)-Prüfmethoden können unterschiedliche Mischgüter in Bezug auf ihre Ermüdungsbeständigkeit verglichen werden. Derzeit berücksichtigt die für die Dimensionierung des Oberbaus maßgebliche RVS 03.08.63 unterschiedliches Alterungs- bzw. Ermüdungsverhalten von verschiedenen Asphaltmischgütern noch nicht. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass effizientere Oberbauten möglich sind, wenn Ergebnisse aus GVO Prüfungen bei der Bemessung von Asphaltoberbauten herangezogen werden.

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Ronald Blab
 Professur für Straßen- und Flugbetriebsflächenbau
 1040 Wien, GuBhausstraße 28/E230/3
 Tel.: +43 (0)1 58801 23314
RBlab@istu.tuwien.ac.at

Univ. Ass. Dipl. Ing. Dr. techn. Bernhard Hofko
 Technische Universität Wien
 Institut für Verkehrswissenschaften
 Forschungsbereich für Straßenwesen
 1040 Wien, GuBhausstraße 28/E230/3
 Tel.: +43 (0)1 58801 23399
bernhard.hofko@tuwien.ac.at



Bitumen - ein starker Stoff!

Nicht aus dem Alltag wegzudenken und dennoch vielfach unterschätzt: Ohne Bitumen sähe unser Leben ganz anders aus!

Tagtäglich begegnen wir dem Baustoff Bitumen – auf unserem Weg zur Arbeit, Schule oder in die Freizeit. Wir bewegen uns zu Fuß oder mit einem Fahrzeug auf befestigten Wegen, die fast immer aus Asphalt und somit zu einem gewissen Teil aus Bitumen bestehen. Auch in unseren vier Wänden oder im Auto findet dieses Produkt seinen Einsatz. Bitumen – ein Stoff, der allgegenwärtig ist und ohne den unser Leben ganz anders aussehen würde!

Bitumen ist ...

- **ein natürlicher Stoff**, der als Naturasphalt meist in Regionen mit Erdöl- oder Erdgaslagerstätten vorkommt oder im Zuge der Erdölverarbeitung aus ausgewählten Rohölen gewonnen wird.
- ein Gemisch aus einer Vielzahl von **nicht flüchtigen**, organischen Stoffen und ist **physiologisch unbedenklich**.
- **klebrig, wasserabweisend** und gegen die meisten anorganischen Säuren, Laugen und Salze beständig.
- eine **viskoelastische** Substanz. Das heißt, Bitumen ist bei Raumtemperatur praktisch fest und bei hoher Temperatur flüssig.

Auf Grund seiner leichten Verarbeitbarkeit und der ganz spezifischen Stoffeigenschaften gehört Bitumen zu den ältesten natürlichen Baustoffen. So wurde Bitumen bereits im Altertum – insbesondere in Mesopotamien – zum Abdichten von Booten und Bewässerungsanlagen, als Mörtel und auch beim Bau von Straßen verwendet.

Die Nummer 1 im Straßenbau!

Heute ist die wichtigste Anwendung von Bitumen der Einsatz als Bindemittel bei der Asphaltherstellung. Dabei fungiert Bitumen als Klebstoff zwischen den Gesteinskörnern und ermöglicht durch seine viskoelastischen Eigenschaften die Herstellung von Asphaltbelägen, die extremen Temperaturschwankungen und Belastungen widerstehen.

Die wohl bekannteste Asphaltanwendung ist sicherlich der Straßenbau. Durch das steigende Verkehrsaufkommen der letzten Jahre und Jahrzehnte sind die Straßen und somit auch die Asphaltbeläge immer größeren Belastungen ausgesetzt. Diesen steigenden Anforderungen wird durch eine laufende Weiterentwicklung von Asphalt und Bitumen Rechnung getragen. So hat sich Bitumen von einem reinen Naturprodukt heute zu einem High-Tech-Produkt entwickelt, dessen Eigenschaften auf die jeweilige Anforderung optimiert sind.

Vielseitig einsetzbar

Asphalt lässt sich als sehr vielseitiger Werkstoff in den unterschiedlichsten Baubereichen anwenden.



Asphalt wird neben dem Straßenbau auch im Wasserbau, im Deponiebau, im Hochbau, im Industriebau, im Sportstättenbau und bei der Gestaltung von befestigten Flächen und Plätzen eingesetzt.

Ebenso findet Bitumen auf Grund seiner Eigenschaften auch in vielen anderen Bereichen Verwendung. Man findet Bitumen in Dachbahnen und -schindeln, Haftemulsionen, Anstrichen zur Gebäudeisolierung, Fugenvergussmassen, Spachtelmassen, Binde- und Klebmitteln für Schall- und Wärmeisolation, Kabelisolationen und vielen anderen Produkten.

Kurz gesagt: Bitumen ist ... ein starker Stoff!

So entsteht Bitumen

Die Herstellung von Bitumen erfolgt aus Erdöl, wobei nur relativ wenige der weltweit vorkommenden Rohöle für die Verarbeitung zu Bitumen geeignet sind.

Für die Verarbeitung zu Bitumen eignen sich vorwiegend „schwere“ Rohöle. Typische „Bitumenrohöle“ findet man in Mittelamerika und dem Mittleren Osten. Von den Rohölfeldern gelangt das Rohöl per Tankschiffen und Pipelines zur Raffinerie. Dort wird das Rohöl nach dem Prinzip der fraktionierten Destillation weiterverarbeitet. In einem ersten Schritt wird das Rohöl bis zu 400°C erwärmt und unter Normaldruck destilliert (Atmosphärische Destillation). Dabei werden Benzin und Mitteldestillat abgetrennt. Der verbleibende Rückstand wird in einem zweiten Schritt unter vermindertem Druck erneut destilliert (Vakuumdestillation). Dabei verdampfen Öle, die z.B. als Einsatz für weitere Raffinerieanlagen (Konversionsanlagen) verwendet werden. Zurück bleibt das Bitumen (Destillationsbitumen). Die Eigenschaften des so hergestellten Bitumens lassen sich bei der Destillation in gewissen Grenzen beeinflussen. So ändert sich die Härte je nach dem ob mehr oder weniger Destillatanteile abgetrennt werden.



Verschiedene Sorten

Für bestimmte Anwendungen müssen die Eigenschaften von Bitumen aber noch weiter verändert werden. So benötigt man für verschiedene industrielle Anwendungen sehr harte Bitumensorten. Diese werden vorwiegend durch Oxidation (Oxidationsbitumen) hergestellt. Dabei wird Bitumen in speziellen Reaktoren bei Temperaturen zwischen 220 und 290°C mit Luft durchströmt und dabei durch die auftretende Oxidation gezielt gehärtet. Je nach Einsatz und Reaktionsbedingungen können so Bitumen zur Herstellung von z.B. Dachbahnen, Dichtungsmassen und Anstrichen erzeugt werden.

Destillatbitumen können aber auch mit anderen Stoffen modifiziert werden um die Widerstandsfähigkeit gegenüber Hitze und Kälte zu erhöhen. Dabei kommen vorwiegend Kunststoffe (Polymere) zum Einsatz. Diese so modifizierten Bitumensorten (Polymermodifiziertes Bitumen) eignen sich besonders für den Bau von hoch beanspruchten Verkehrsflächen wie Autobahnen und Flugplätzen.

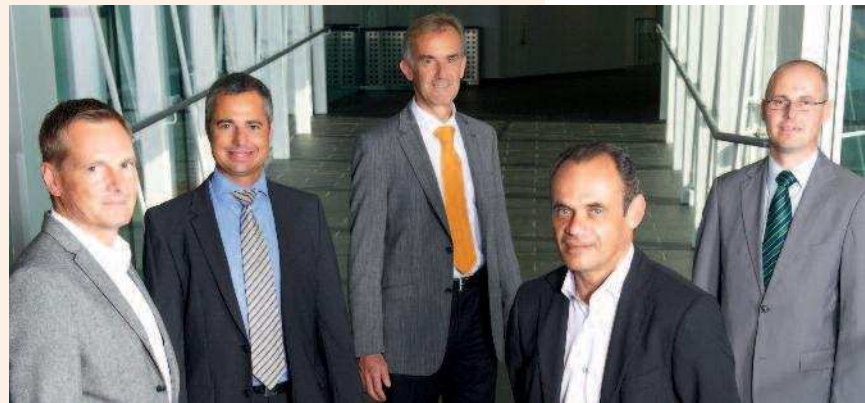
Wissenswertes

- Bitumen und Teer ist nicht dasselbe!
Fälschlicherweise wird der Baustoff Bitumen bzw. Asphalt landläufig mit Teer gleichgesetzt. Im Gegensatz zu Bitumen, das aus Erdöl gewonnen und im Asphalt als Bindemittel eingesetzt wird, findet Teer seinen Ursprung in der Steinkohle (Steinkohlenteer). Teer gilt als stark gesundheitsgefährdend, weshalb auch in Österreich die Verwendung von Steinkohlenteer im Straßenbau seit ca. 40 Jahren verboten ist. Teerhaltiges Material muss als gefährlicher Abfall entsorgt werden.
- Bitumen hingegen gilt als unbedenklich. Auf Grund dessen kann Asphalt auch ohne Bedenken aufbereitet und zu 100 % wiederverwertet werden.
- Der Bitumenbedarf in Österreich beträgt jährlich rund 450.000 - 500.000 Tonnen, aus einem Großteil davon werden 8 Mio. Tonnen Asphalt im Jahr hergestellt.
- Die Anwendungsmöglichkeiten von Bitumen sind vielseitig:
 - 80% für den bituminösen Straßenbau
 - 14% Dach- und Dichtungsbahnen
 - 6% in der Industrie (Bautenschutz, Isolierungen, Anstriche, ...)

Es geht um 400 Mrd. Euro Volksvermögen

Mehr als 110.000 km umfasst das österreichische Straßennetz. Die zunehmende Belastung durch den Schwer- und Individualverkehr stellt Straßeneigentümer, Bauwirtschaft und Industrie in ganz Europa vor neue Herausforderungen. In Österreich gibt es dazu bereits einige interessante Initiativen, die neue, partnerschaftliche Wege aufzeigen. Eine wesentliche Rolle spielt hier die Weiterentwicklung des Bindemittels Bitumen.

Zu den Personen



Prof. Ronald Blab

Institut für Verkehrswissenschaften,
Leiter Straßenwesen TU Wien

Heinz Rossbacher

Referatsleiter Landesstraßen Instandsetzung
Amt der Steirischen Landesregierung

Markus Spiegl

OMV Business Development Manager Bitumen

Michael Steiner

Leiter Technischer Fachbereich und Innovation
ASFINAG

Max Weixlbaum

Geschäftsführer GESTRATA – Gesellschaft
zur Pflege der Straßenbautechnik mit Asphalt

Herr Steiner, als staugeplagter Autofahrer hat man manchmal das Gefühl, auf Österreichs Autobahnen wird eigentlich ständig gebaut ...

Michael Steiner: Ganz falsch ist dieser Eindruck nicht. Die ASFINAG ist für 2.175 km Autobahnen und Schnellstraßen zuständig, das entspricht ca. 12.000 Fahrstreifen-Kilometer. Die vorgesehene Lebensdauer einer Autobahn beträgt rund 30 Jahre. Wir erneuern derzeit 100 bis 200 km Autobahn jährlich, in die bauliche Erhaltung sind 2011 rund 300 Mio. Euro geflossen. Das gesamte ASFINAG-Bauprogramm – das heißt inklusive Neubau – beträgt bis 2017 rund 1 Mrd. Euro jährlich.

Wobei ein Großteil des Straßennetzes im Eigentum von Land und Gemeinden steht ...

Heinz Rossbacher: Wir haben in der Steiermark 5.000 km Landesstraßen und verfügen im Jahr 2012

über ein Budget von ca. 66 Mio. Euro, das wir zu einem Drittel in den Neubau und bereits zu zwei Drittel die Instandsetzung investieren. Aber wir würden durchaus das Doppelte benötigen! Wir brauchen jährlich allein 40 bis 50 Mio. Euro, um lediglich den gleichbleibenden Zustand zu erhalten.

Max Weixlbaum: Generell kann man sagen, dass ca. 30 bis 40 Prozent der Straßen derzeit in einer Wertung nach dem Schulnotensystem eine 5 aufweisen. Hier gibt es eklatanten Aufholbedarf, auch aus Sicherheitsgründen! In vielen Bereichen wird man nicht umhin kommen, den Straßenkörper als Ganzes zu ersetzen. Aber dafür fehlt derzeit das Geld.

Ronald Blab: Im hochrangigen Netz ist ein Drittel in Betonbauweise errichtet. Aber von den mehr als 100.000 km Landes- und Gemeindestraßen sind 95 Prozent Asphalt. Der Großteil der Straßen wurde in den 70er und 80er Jahren gebaut. Das Netz wurde kontinuierlich gewartet, aber die Mittel für die bauliche Instandsetzung werden aufgrund der Altersstruktur nun überproportional hoch. Wenn wir heute vielfach nur kleinere Reparaturen durchführen, dann steigt dieser Bedarf in den nächsten 10, 15 Jahren nochmals deutlich an.

Heinz Rossbacher: Es ist ein Kostenproblem. Wir haben heute praktisch keine Neubauprojekte mehr, fast nur Instandhaltung und -setzung.

Markus Spiegl: Aber das reicht eben heute oft nicht mehr. Manchmal ist die Straße nur durch einen Neubau zu retten.

Heinz Rossbacher: Uns ist natürlich bewusst: Wer nicht rechtzeitig saniert – verliert Substanz. Aber die Landesmittel sind leider beschränkt.

Wird der Wert der Straße zu wenig erkannt?

Ronald Blab: Derzeit belaufen sich in Österreich die baulichen Erhaltungsausgaben für Straßen auf rund 0,7 bis 1 % des Anlagevermögens der gesamten Straßeninfrastruktur. Bedingt durch das zunehmende Alter des Straßennetzes müsste dieser Prozentsatz sich etwa verdoppeln, um das Straßennetz auf dem gegenwärtigen Niveau zu halten. Aber es ist nun einmal so, dass Maßnahmen in die Sanierung der Infrastruktur politisch nicht sehr gut zu verkaufen sind.

Max Weixlbaum: Es ist politisch werbewirksamer, einen Kreisverkehr oder eine Umfahrung zu eröffnen, als eine Straße zu sanieren. Hier fehlt es an der Bewusstseinsbildung – bei Politikern, aber auch bei der Bevölkerung.

Michael Steiner: Die Belastung für das Straßennetz durch den Schwerverkehr ist sehr groß. Daher sind wir sehr gefordert, das Qualitätsniveau des Netzes zu bewahren. Wir haben eine klare Strategie im

Erhaltungsmanagement, um den Substanzwert zu erhalten. Auf der anderen Seite: Wir verzeichneten im ersten Halbjahr 2011 gegenüber dem Vorjahr einen Zuwachs von 4,6 Prozent beim LKW-Verkehr.

Heinz Rossbacher: Gerechnet wurde aber bei der Dimensionierung der Dicke der Asphaltsschichten lediglich mit einem Schwerverkehrszuwachs von zwei Prozent im Jahr ...

Max Weixlbaum: Es gibt Verkehrsknoten wie Ansfelden/Haid, wo heute das Dreifache der geplanten Belastung erreicht ist!

Ronald Blab: Die große Herausforderung stellen in diesem Zusammenhang sicherlich die Gemeindestraßen dar. Das sind 74.000 km in ganz Österreich. Die Gemeinden sind damit der wichtigste Auftraggeber für die Bauindustrie. Aus Geldmangel ist das Erhaltungsmanagement derzeit noch verhalten.

Markus Spiegl: Es ergeben sich daraus auch technische Fragen für die Zukunft. Wir arbeiten bei OMV an ganz neuen Produkten, um im Bereich Bitumen neue Qualitäten zu erreichen. Wenn wir heute etwa von Oberbaudimensionierung sprechen, dann müssen wir diese Zuwachsraten heute schon berücksichtigen und zwar aus ökologischer und ökonomischer Sicht.

Muss man sich nun Sorgen um unser Straßennetz machen?

Ronald Blab: In Österreich erfolgt die Zustandserfassung und Bewertung des Straßennetzes generell auf einem sehr guten Niveau. Wir brauchen aber mehr Budget für die Substanzerhaltung. Und nicht zuletzt werden dazu in der Baustofftechnologie neue Ansätze nötig sein. Wir müssen Baustoffe entwickeln und einsetzen, die entsprechend günstigere Lebenszyklen aufweisen.

Welche technologische Herausforderung bringt das mit sich?

Markus Spiegl: Früher hat man hauptsächlich Destillationsbitumen verwendet. Heute sind vermehrt polymermodifizierte Produkte im Einsatz. Sie sind stabiler, rissfester und haben von der technologischen Entwicklung längst noch nicht ihren Zenit erreicht. Hier ist enge Zusammenarbeit zwischen Forschung, Industrie und Auftraggebern gefragt. Hier wird von allen Beteiligten künftig deutlich mehr Wert auf eine Lebenszyklusrechnung gelegt werden müssen, als auf die reinen Sanierungskosten.

Ronald Blab: Von den Prüfungsmethoden her werden wir langlebigere Produkte vor allem im hochrangigen Straßennetz benötigen. Und von der Produkttechnologie betrachtet, müssen wir die bestehenden Substanzen nützen, regenerieren und recyceln. Wir werden künftig mehr recyceltes

Material einsetzen, das in seiner Hochwertigkeit nahe an das Neumaterial herankommen wird.

Heinz Rossbacher: Wir führen hier in der Steiermark seit sechs Jahren gezielte Analysen durch. Bisher haben wir sehr gute Erfahrungen mit diesen Materialien gemacht. So hat sich der Einsatz von diversen Modifikationen im bisherigen Beobachtungszeitraum gut bewährt. Man muss das natürlich über längere Zeiträume darstellen können. Darum ist es so wichtig, dass auch die Auftraggeber aktiv bei der Entwicklung neuer Produkte mitarbeiten.

Markus Spiegl: Die gemeinsame Weiterentwicklung ist der wesentliche Hebel. Man muss sich auch trauen, gemeinsam neue Ideen umzusetzen.

Max Weixlbaum: Wir haben etwa beim Knoten Graz-West in einem Gemeinschaftsprojekt mit der ASFINAG bereits Recyclingmaterial verwendet. Bei einem Altmaterial-Anteil von 20 bis 30 Prozent sind praktisch keine Unterschiede zum Mischgut aus 100% Neumaterialien festzustellen. Wir müssen allerdings noch von der derzeit vorherrschenden Denkweise wegkommen, dass Asphalte unter Verwendung von recyceltem Material ein minderwertigeres Produkt darstellen. Heute gilt oft Alt-Asphalt, der ausgebaut wird, als Abfall.

Wo erwarten Sie künftig die wesentlichen technischen Neuerungen, gerade beim Bitumen?

Ronald Blab: Bitumen ist ein hochwertiger und komplexer Baustoff. Aber während der Liegedauer altert, versteift und versprödet es, weshalb langfristig Risse auftreten. Wir suchen daher nach Wegen, um die Eigenschaften des Bindemittels durch geeignete Methoden am Ende der Lebensdauer wieder herzustellen.

Markus Spiegl: Daher gehen wir derzeit klar in Richtung hochmodifizierte Polymerbitumen, die die verschlechterten Bitumeneigenschaften im Ausbauasphalt ausgleichen und verbessern. Wir suchen hier die Zusammenarbeit mit national und international renommierten Institutionen, um nach einigen Jahren gezielter Forschung entsprechende wissenschaftliche Ergebnisse zu erhalten. Dabei geht es um neue Zusatzstoffe und neue Versuchsmethoden.

Max Weixlbaum: Solche Ansätze sind sicherlich wichtig. Denn die bisherigen Refreshing-Verfahren regenerieren nur die Deckschicht in eine Tiefe von 3–4 cm, wie z.B. beim Remix- oder auch Repaveverfahren. In der Verwendung von Altasphalt bestehen aber sicherlich auch sehr gute Chancen. Wenn wir die in Österreich bestehenden Asphaltmischanlagen heranziehen, so kommen wir heute bereits auf ca. 100 Anlagen, die für ein solches Recycling einsetzbar wären.

Welchen Einfluss könnte Recycling künftig in den Ausschreibungen erhalten?

Heinz Rossbacher: Wir haben den Recyclinggedanken bereits in unseren Ausschreibungen verankert. Wir fördern den Einsatz von Altasphalt. Wir haben heute bereits Recycling-Asphaltzugabequoten von 10 bis 15 Prozent. Recyclingmaterial wird bereits seit vielen Jahren verstärkt im Untergrundbereich, also als Unterbau, verwendet.

Michael Steiner: Sicherlich muss es im Interesse aller liegen, diese Quoten konsequent zu erhöhen. Auch im hochrangigen Straßennetz laufen weitere diesbezügliche Projekte. In Deutschland sehen wir in einzelnen Bundesländern bereits Recyclingquoten von 40 bis 50 Prozent.

Danke für das Gespräch!



**Michael Steiner,
ASFINAG:**

„Wir erneuern derzeit 100 bis 200 Kilometer Autobahn jährlich.“



**Ronald Blab,
TU Wien:**

„Die Gemeinden sind der wichtigste Auftraggeber für die Bauindustrie.“



**Heinz Rossbacher,
Land Steiermark:**

„Wichtig ist, dass die Auftraggeber aktiv bei der Entwicklung neuer Produkte mitmachen.“



**Max Weixlbaum,
GESTRATA:**

„Wir müssen von der Vorstellung wegkommen, dass Altasphalt, der ausgebaut wird, als Abfall gilt.“



**Markus Spiegl,
OMV:**

„Wir arbeiten hier mit national und international renommierten Institutionen zusammen.“



Leistungsfähige Techniken zur Staubbindung

Wassernebel stellen eine geeignete Maßnahme zur Reduzierung luftgetragener Stäube dar.

Aufgrund der zunehmenden Luftbelastungen durch Feinstaub sind effiziente Maßnahmen zur Feinstaubreduktion erforderlich. Behördliche Auflagen führen dazu, dass Grenzwerte für Emissionen einzuhalten sind und Staubemissionen (und damit auch die Feinstaubemissionen) im industriellen und gewerblichen Anlagenbereich (einschließlich Baustellenbereich) sowie im Bereich der Baumaschinen und -geräte reduziert werden müssen.

Der Trend zur Staubunterdrückung mit System zeichnet sich von Jahr zu Jahr immer mehr ab. Unternehmen aus den Bereichen, Abbruch, Tagebau sowie dem Tunnelbau setzen auf maßgeschneidert Komplettlösungen zur Staubbindung. So werden wenig effektive Maßnahmen, wie beispielsweise der Einsatz eines C-Schlauches, durch wesentlich effektivere Maßnahmen ohne zusätzliche Personalkosten ersetzt.

Eine immer beliebtere Möglichkeit ein unkontrollierbares Staubaufkommen in den Griff zu bekommen ist der gezielte Einsatz von feinem Wassernebel. Die hierzu erzeugte Vernebelung wird unter Berücksichtigung von Wind und Staubpartikelgröße auf den jeweiligen Problemherd angepasst. Laut empirischen Untersuchungen kann zwischen 40 bis 60% der Feinstaubkonzentration durch Wassernebel reduziert werden. Der Einsatz von feinst vernebeltem Wasser eignet sich somit auch außerhalb geschlossener Lufträume zur deutlichen Minderung der Konzentration luftgetragener Partikel.

Vermehrte Anwendung finden Staubbindegeräte bei großen Staubaufkommen, beispielsweise bei Abbrüchen im urbanen Gebiet oder bei der Verladung von staubenden Gütern. Sogenannte Emissionenschutzgeräte, mobil oder stationär mit einer Wurfweite bis zu 50m und einem Wasserauswurf zwischen 20 und 95 l/min kommen hier zum Einsatz.



Abbildung 1: Staubbekämpfung bei Abbruch
(Quelle Firma IAG Produkt ESM150 Staubbindemaschine
www.iag.at)



Abbildung 2: Staubbekämpfung bei Verladung
(Quelle Firma IAG Produkt ESM150 Staubbindemaschine)

Neben mobilen oder stationären Geräten geht besonders in Tagebaubetrieben (Bergbau, Steinbrüche, Kies und Schotterwerke) der Trend Richtung individuelle Entstaubungsanlagen.

Hierbei besteht die Möglichkeit die Zerstäubungsdüsen bedarfsorientiert anzupassen, wodurch das jeweilige System auf den Einsatzbereich abgestimmt werden kann. Unterschiedliche Staubarten können somit, basierend auf ihrer Staubpartikelgröße ohne einen unnötig hohen Wasserverbrauch, effektiv gebunden werden.



Abbildung 3: Staubbekämpfung bei einer Siebanlage
(Quelle Firma IAG Produkt DLS - Düsenleitungssystem)



Abbildung 4: Staubbekämpfung durch Wasservorhänge
(Quelle Firma IAG Produkt DLS - Düsenleitungssystem)

Ob auf Deponien, Baustellen oder im Tagebau, es reichen oft nur kleine Lösungen um ein großes Ergebnis zu erzielen, Anrainern vor lästigen Staubaufkommen zu schützen oder gesetzliche Auflagen zu erfüllen.



Abbildung 5: Entstaubung von Straße
(Quelle: Firma IAG Produkt DLS - Düsenleitungssystem)

Für weitere Informationen nehmen Sie bitte mit der Verfasserin des Artikels Kontakt auf.



Abbildung 6: Düsenkopf (Quelle: Firma IAG DK20)

Giulia Stein, M.A.
Industrie Automatisierungsgesellschaft m.b.H.
2722 Weikersdorf, Industriestraße 2
Tel: +43 (0) 2622 21734 604
Mobil: +43 (0) 664 88 430 54
g.stein@iag.at



Veranstaltungen der GESTRATA

GESTRATA – Studienreise 2012

Die heurige Studienreise der GESTRATA wird von 17. bis 19. September stattfinden und nach Hamburg führen.

Die Unterlagen und das aktuelle Programm für diese Veranstaltung finden Sie auf unserer website **www.gestrata.at**.

62. GESTRATA – Vollversammlung und GESTRATA-Herbstveranstaltung

Die beiden Veranstaltungen werden am **Dienstag, 13. November 2012** im Vienna Marriott Hotel stattfinden. Wir ersuchen Sie bereits jetzt um Vormerkung dieses Termins.

Die Einladungen werden im Herbst versandt, Programm und Details finden Sie auch im Herbst auf **www.gestrata.at**.

39. GESTRATA – Bauseminar 2013

Das 39. GESTRATA-Bauseminar wird von **21. bis 31. Jänner 2013** stattfinden.

Die Programme zu unseren Veranstaltungen sowie das GESTRATA-Journal können Sie jederzeit von unserer Homepage unter der Adresse www.gestrata.at abrufen. Weiters weisen wir Sie auf die zusätzliche Möglichkeit der Kontaktaufnahme mit uns unter der e-mail-Adresse: office@gestrata.at hin.

Sollten Sie diese Ausgabe unseres Journals nur zufällig in die Hände bekommen haben, bieten wir Ihnen gerne die Möglichkeit einer persönlichen Mitgliedschaft zu einem Jahresbeitrag von € 35,- an.

Sie erhalten dann unser GESTRATA-Journal sowie Einladungen zu sämtlichen Veranstaltungen an die von Ihnen bekannt gegebene Adresse.

Wir würden uns ganz besonders über IHREN Anruf oder IHR E-Mail freuen und Sie gerne im großen Kreis der GESTRATA-Mitglieder begrüßen.

Wir gratulieren!

Herrn Direktor Heribert SCHEIDL

zum 92. Geburtstag

Herrn BR. h.c. Dipl.-Ing. Eduard ZIRKLER,
Ehrenmitglied der GESTRATA,

zum 83. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Ernest HOYER

zum 82. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Erwin IVANSCHITS

zum 82. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Walter JADERNY

zum 81. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Gérard FICHTL

zum 80. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Vladimir VASILJEVIC

zum 80. Geburtstag

Herrn Ziv.-Ing. Dr. Hubert GREGORI,
Ehrenmitglied der GESTRATA,

zum 77. Geburtstag

Herrn Doz. Dipl.-Ing. Dr. Andrei POGANY

zum 77. Geburtstag

Herrn Techn. Rat Ing. Hans FISCHER,
ehemaliges Vorstandsmitglied der GESTRATA,

zum 76. Geburtstag

Herrn Ing. Walter GARREIS

zum 76. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Herwig SCHÖN

zum 75. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Helmut MÜLLER

zum 74. Geburtstag

Herrn Dr. Walter PICHLER

zum 74. Geburtstag

Herrn TR. Dipl.HTL-Ing. Hans REININGER,
Ehrenmitglied der GESTRATA,

zum 73. Geburtstag

Herrn Dieter KUBIENA

zum 71. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Dr. Johann LITZKA

zum 71. Geburtstag

Herrn KR. Heinz R. SCHMITKE

zum 71. Geburtstag

Herrn Ing. Martin GASPARICS

zum 70. Geburtstag

Herrn Bmstr. Reiner PILZ

zum 70. Geburtstag

Herrn Bmstr. Ing. Erwin THENIKL

zum 70. Geburtstag

Herrn Ing. Klaus VENNEMANN

zum 70. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Wolfgang GRUBER

zum 55. Geburtstag

Herrn Franz LECKER

zum 55. Geburtstag

Herrn Dir. Bmstr. Ing. Wolfgang MAKOVEC,
Vorstandsmitglied der GESTRATA,

zum 55. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Klaus SCHLOSSER

zum 55. Geburtstag

Herrn Ing. Gerald SPITZHÜTL

zum 55. Geburtstag

Herrn Dipl. HTL-Ing. Alfred ZEILER,
Vorstandsmitglied der GESTRATA,

zum 55. Geburtstag

Herrn Ing. Gerhard FENZ

zum 50. Geburtstag

Herrn Roland PANCHERI

zum 50. Geburtstag

Herrn Richard PFISTER

zum 50. Geburtstag

BEITRITTE

Ordentliche Mitglieder:

Firma Ing. Hans BODNER BaugesmbH & CoKG, Kufstein

Persönliche Mitglieder:

Herr Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang HASLEHNER, Oberloisdorf

Herr Dipl.-Ing. Dr. Markus HOFFMANN, Wien

Herr Dipl.-Ing. Dr. Bernhard HOFKO, Wien

Herr Ing. Holger TRUTSCHNIG, Oberdrauburg

Ordentliche Mitglieder:

ALLGEM. STRASSENBAU GmbH*, Wien
ALPINE BAU GmbH*, Linz
AMW Asphalt-Mischwerk GmbH & Co KG, Sulz
ASFINAG Bau Management GmbH, Wien
ASPHALT-BAU Oeynhausen GesmbH, Oeynhausen
ASPHALT-Unternehmung Robert Felsinger GmbH
Wien
BHG – Bitumen HandelsgmbH + CoKG, Loosdorf
BP Europa SE - BP Bitumen Deutschland, Bochum
BRÜDER JESSL KG, Linz
COLAS GesmbH, Gratkorn
Gebr. HAIDER Bauunternehmung GmbH,
Großraming
GLS – Bau und Montage GmbH, Perg
GRANIT GesmbH, Graz
HABAU Hoch- u. TiefbaugesmbH, Perg
HELD & FRANCKE BaugesmbH, Linz
HILTI & JEHLE GmbH*, Feldkirch
HOCHTIEF Solutions AG, Niederlassung Austria,
Wien
HOFMANN GmbH + CoKG, Redlham
ING. HANS BODNER BaugmbH & CoKG, Kufstein
KLÖCHER BaugmbH & CoKG, Klösch
KOSTMANN GesmbH, St. Andrä i. Lav.
KRENN GesmbH*, Innsbruck
LANG & MENHOFER BaugesmbH + CoKG,
Eggendorf
LEITHÄUSL GmbH, Wien
LEYRER & GRAF BaugesmbH, Gmünd
LIESEN Prod.- u. HandelsgesmbH, Lannach
MANDLBAUER BaugmbH, Bad Gleichenberg
MARKO GesmbH & CoKG, Naas
MAX STREICHER Österreich GmbH,
Haag am Hausruck
MIGU ASPHALT BaugesmbH, Lustenau
NYNAS NV, Zaventem - Brüssel
OMV Refining & Marketing GmbH, Wien
PITTEL + BRAUSEWETTER GmbH, Wien
POSSEHL SpezialbaugesmbH, Griffen
PRONTO OIL MineralölhandelsgesmbH, Villach
PUSIOL GesmbH, Gloggnitz
RIEDER ASPHALT BaugesmbH, Ried i. Zillertal
RHOMBERG Bau GmbH, Bregenz
Bauunternehmen STEINER GesmbH + CoKG,
St. Paul
STRABAG AG*, Spittal/Drau
SWIETELSKY BaugesmbH*, Linz
TEERAG ASDAG AG*, Wien
TEERAG ASDAG AG - BB&C Bereich Bitumen
und Chemie, Wien
TRAUNFELLNER BaugesmbH, Scheibbs
VIALIT ASPHALT GesmbH & CoKG, Braunau
VILLAS AUSTRIA GesmbH, Fürtitz
WURZ Karl GesmbH, Gmünd

Außerordentliche Mitglieder:

AMMANN Austria GmbH, Neuhaus
AMT FÜR GEOLOGIE
u. BAUSTOFFPRÜFUNG BOZEN, Italien
ASAMER Holding AG, Ohlsdorf
BAUTECHN. VERSUCHS-
u. FORSCHUNGSANSTALT Salzburg, Salzburg
BENNINGHOVEN GesmbH, Kalsdorf
BOMAG MaschinenhandelsgesmbH, Wien
DENSO GmbH & CoKG Dichtungstechnik,
Ebergassing
DYNAPAC - Atlas Copco GmbH, Wien
Friedrich EBNER GmbH, Salzburg
HARTSTEINWERK LOJA – Schotter- u. Betonwerk
Karl Schwarzl GmbH, Persenbeug
HENGL Schotter-Asphalt-Recycling GmbH,
Limberg
HOLLITZER Baustoffwerke Betriebs GmbH,
Bad Deutsch Altenburg
HUESKER Synthetik GesmbH, Gescher
JOSEF FRÖSTL GmbH, Wien
KIES UNION GesmbH, Langenzersdorf
KLÖCHER BASALTWERKE GmbH COKG, Klösch
LISAG – Linzer Schlackenaufbereitungs-
u. VertriebsgmbH, Linz
MINERAL ABBAU GmbH, Villach
NIEVELT LABOR GmbH, Stockerau
S & P Handels GesmbH, Eisenstadt
TENCATE Geosynthetics Austria GmbH, Linz
Carl Ungewitter TRINIDAD LAKE ASPHALT
GesmbH & CoKG, Bremen
UT EXPERT GesmbH, Baden
VOLVO Baumaschinen Österreich GmbH,
Bergheim/Salzburg
WELSER KIESWERKE Dr. TREUL & Co, Gunkirchen
WIESER Verkehrssicherheit GesmbH,
Wals-Siezenheim
WIRTGEN Österreich GmbH, Steyrermühl
WOPFINGER Baustoffindustrie GmbH, Wopfing
ZEPPELIN Österreich GmbH, Fischamend

* *Gründungsmitglied der GESTRATA*

GESTRATA JOURNAL

Eigentümer, Herausgeber und Verleger: GESTRATA
Für den Inhalt verantwortlich: GESTRATA
A-1040 Wien, Karls gasse 5,
Telefon: 01/504 15 61, Fax: 01/504 15 62
Layout: bcom Advertising GmbH,
A-1180 Wien, Thimiggasse 50
Druck: Seyss - Ihr Druck- und Medienpartner | www.seyss.at
Franz Schubert-Straße 2a, 2320 Schwechat
Namentlich gekennzeichnete Artikel geben die Meinung
des Verfassers wieder. Nachdruck nur mit Genehmigung
der GESTRATA und unter Quellenangabe gestattet.