

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 90 (1972)  
**Heft:** 29

**Artikel:** Beschichtung von zementgebundenen Baustoffen  
**Autor:** Schmid, Erich V.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-85268>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 08.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Von Erich V. Schmid, St. Margrethen. Vortrag, gehalten am Kunststoffsymposium des SIA vom 17. und 18. November 1971 in Zürich

Bei der Beschichtung von zementgebundenen Baustoffen stellen sich die beiden Grundfragen:

- Gegen welche Einflüsse sollen die zementgebundenen Baustoffe geschützt werden?
- Welches sind die Anforderungen an Anstrichstoffe bzw. Beschichtungsmassen, um den Schutz gemäss Frage a) zu gewährleisten?

Es sollen vorerst noch einige Begriffe geklärt werden:

- Unter *zementgebundenen Baustoffen* verstehen wir zunächst einmal sämtliche Betonarten, dann aber auch Asbestzement unter dem Handelsnamen Eternit bekannt. Im weiteren Sinne gehören die Verputze aus Zement-, Sand- und Kalkbestandteilen dazu.
- Unter *Anstrichen* werden Produkte verstanden, die neben dem filmbildenden Körper einen beträchtlichen Anteil an Lösungsmittel enthalten. Infolge der Verdunstung des Lösungsmittels sind die Schichtdicken, die damit aufgetragen werden können, begrenzt. Man rechnet normalerweise zwischen 50 bis 300  $\mu\text{m}$  Trockenfilmdicke, je nach Anzahl der Anstriche und der Auftragsart. Grössere Schichtdicken als 300  $\mu\text{m}$  mit lösungsmittelhaltigen Anstrichen aufzutragen ist in der Regel unwirtschaftlich.
- Im Gegensatz dazu stehen die *lösungsmittelfreien Beschichtungen*. Sie enthalten praktisch keine Lösungsmittel und können in Schichtdicken von 500 bis 1000  $\mu\text{m}$  und noch dicker aufgetragen werden. Mehr als 1000  $\mu\text{m}$  aufzutragen ist unrationell, da der Nutzen kaum noch zunimmt, die Kosten aber wesentlich höher liegen als bei lösungsmittelhaltigen Systemen.

Wann soll ein Anstrichsystem und wann eine Beschichtung gewählt werden?

- Anstrichsysteme* benötigen 750 bis 1000 g/m<sup>2</sup> für eine Schichtdicke von 300  $\mu\text{m}$ . Die Anwendung ist rationell und zeitsparend (Airless-Pistole, Roller). Der Widerstand gegen mechanischen Abrieb ist kleiner als bei Beschichtungen, schon wegen der geringeren Schichtdicke. Lösungsmittelreste werden monatelang im Film zurückgehalten.

- Beschichtungsmassen* werden mit einer Ausgiebigkeit von 1 bis 2 kg/m<sup>2</sup> für Schichtdicken von 500 bis 1000  $\mu\text{m}$  aufgetragen. Der Auftrag ist aufwendig (Rakel, Taloschen, Spachtel), kann aber heute durch heizbare Zweikomponenten-Spritzanlagen erleichtert werden.

## 1. Korrodierende Einflüsse

Die verschiedenen Einflüsse, die zementgebundene Baustoffe korrodieren können, sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Gegen Wetter- und Immissionseinflüsse, vor allem gegen saure SO<sub>2</sub>-haltige Industrieabgase, müssen Fassaden, Fassadenelemente und ganze Betonbauten geschützt werden. Wasser – Meerwasser und Süswasser – kann einen Einfluss auf Betonbauten haben (z.B. in Hafenanlagen), wobei die Sprengwirkung von Eis in den Poren wichtig wird. Die Bodenfeuchtigkeit enthält immer etwas Säure, die den alkalischen Zement angreifen kann. Abwasser hat in der Regel einen sauren pH-Wert, also unter 7,0; daher müssen Kläranlagen, vor allem solche von Papier-, Zellstoff- und Viskoseherstellung, von Galvanikbetrieben, Gerbereien und chemischen Fabriken, vor dem Angriff von saurem Wasser geschützt werden. Ursache von Angriffen sind auch Schimmel und Algen. Hauptsächlich in Brauereien, Molkereien und bei Unterwasserbauten sind sie zu berücksichtigen. Öle und Lösungsmittel in Raffinerien oder Schutzbauwerken von Tankanlagen können Beton angreifen.

Es sind in erster Linie saure oder säureabspaltende Medien, die den alkalischen Beton zerstören, aber auch alkalische Medien mit einem pH-Wert über 12 greifen den Beton an. Dabei entsteht Wasserglas.

Die Gruppe B der Tabelle 1 nennt Lagergüter, die gegen Veränderungen, hervorgerufen durch Beton zu schützen sind. Hier sind es besonders die drei Bereiche: Anlagen zur Aufbereitung, Transport und Lagerung von Trinkwasser; Lebensmittelbetriebe, vor allem solche, die Wein, Essig, Bier, Konserven und Zucker herstellen; landwirtschaftliche Betriebe, mit Zement- oder Betonsilos, deren Inhalt vor dem Einfluss des alkalischen Betons geschützt werden muss. Bei der letztgenannten Gruppe sind der Einfluss des Zements auf die Silage und die Einwirkung der Silosäure auf den Zement zu beachten.

Bild 1. Kläranlage «Müra», Biel



Bild 3. Abrieb von EPT-Anstrich in einer Chemie-Kläranlage

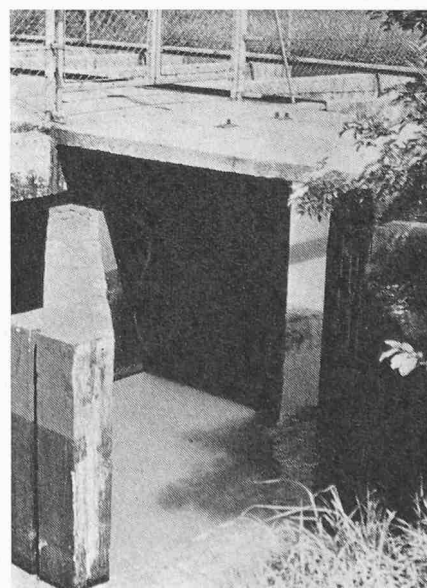


Tabelle 2. Übersicht über die Schutzüberzüge

Chemische Zusammensetzung der Bindemittel	Ab- kürzung	50–300 $\mu\text{m}$	Auftrag			Zwei- kompo- nenten- anlage	500–1000 $\mu\text{m}$	Auftrag			Zwei- kompo- nenten- anlage
			Pinzel	Roller	Spritzen			Kelle	Rakel	Spachtel	
1. Bitumen-Teer-Asphalt		+	+	+			+	Heiss-Auftrag			
2. Epoxidharze (2 Komp.)	EP	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3. Epoxid-Teer-Komb. (2 Komp.)	EPT	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4. Polyurethanharze (DD) (2 Komp.)	PUR	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5. Polyurethanteer (DD) (2 Komp.)	PURT	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6. Ungesättigte Polyester	PE	—					+	+	+	+	+
7. Kautschukderivate (Chlork.-Cyclok.)		+	+	+	+		—				
8. Polymerisatlösungen (PVC-VT/AC-MP)		+ <sup>1)</sup>	+	+	+		—				
9. Polymerisatdispersionen (PVAc-AC und MP)		+ <sup>1)</sup>	+	+	+		—				
10. Silikate und Fluide		+ <sup>1)</sup>	+	+	+		—				
11. EP-Lösungen (1 Komp.)		+	+	+			—				
12. PUR-Lösungen (feuchtigkeitshärtend)		+	+	+			—				

<sup>1)</sup> wasserdampfdurchlässig

## 2. Anstriche und Beschichtungen

An die Anstriche und Beschichtungen, die für den Schutz von zementgebundenen Baustoffe zur Verfügung stehen, werden folgende Anforderungen gestellt:

- Alkali- und Wasserbeständigkeit
- Haftung auf dem Untergrund
- Wetterbeständigkeit, besonders für Fassadenanstriche
- Atmungsvermögen einerseits, hohe Abdichtung andererseits.

Die Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die Schutzüberzüge. Es werden Anstrich oder Beschichtung unterschieden und die Art des Auftrags angegeben.

Einzelne Produktgruppen sollen noch besonders erwähnt werden. Die Zweikomponenten-Epoxidharze können als Anstrich und als Beschichtung verwendet werden. Ein Zusatz von Teer verbilligt das Material und erhöht die Säureresistenz (Zeile 3 der Tabelle 2).

Bild 2. Verschmutzung der Anstriche durch Abwasser in der Kläranlage «Müra»



Tabelle 1. Aufgaben der Beschichtungen von zementgebundenen Baustoffen

	Anstrich 50–300 $\mu\text{m}$	Beschichtung 500–1000 $\mu\text{m}$
<i>A. Schutz gegen Betonkorrosion</i>		
1. Wetter, Immission ( $\text{SO}_2$ usw.) Fassaden Betonbauten	+	—
2. Meerwasser, Unterwasser Hafenbauten	+	+
3. Bodenfeuchtigkeit	+	+
4. Abwasser ( $\text{pH} < 7,0$ ) Kläranlagen Papier und Zellstoff Viskose Gerbereien Galvanikbetriebe Chemische Fabriken	+	+
5. Schimmel und Algen Brauereien Molkereien usw. Unterwasseranstriche	+	—
6. Öle und Lösungsmittel Raffinerien Schutzbauwerke von Tankanlagen Lackverarbeitende Betriebe	+	—
7. Mechanischer Abrieb Bodenbeläge	(+)	+
<i>B. Schutz von Füllgütern gegen den Zement</i>		
8. Trinkwasseraufbereitung Wasseranlagen	— <sup>1)</sup>	+
9. Lebensmittelbetriebe Wein, Essig, Bier, Konserven, Zucker usw.	— <sup>1)</sup>	+
10. Landwirtschaftliche Betriebe Silos	+	+

<sup>1)</sup> Einflüsse von Lösungsmittelresten auf Füllgüter möglich

Das gleiche gilt auch für Polyurethanharze (Zeilen 4 und 5), die ebenfalls mit Teer modifiziert werden können. Beide Grundstoffe finden mit Lösungsmittel als Anstrichstoff und lösungsmittelfrei als Beschichtungsmaterial Verwendung.

Epoxid- und Polyurethanharze eignen sich für Betonbeschichtungen, da sie praktisch keinen Schwund aufweisen (0,2 bis 0,4%), im Gegensatz zu ungesättigtem Polyester mit einem Schwund von 2 bis 3%.

Zum Schutz von Fassadenelementen eignen sich besonders die Produkte der Zeilen 8, 9 und 10, bei denen eine gewisse Wasserdampfdurchlässigkeit Voraussetzung ist, damit einerseits durch Aufnahme von Kohlendioxyd die Karbonatisierung stattfinden und andererseits durch Wasserdampfableitung der Beton fertig austrocknen kann. Das Problem der Beschichtung mit diesen Produkten wird in einem anderen Vortrag des Symposiums behandelt.

### 3. Beispiele aus der Praxis

#### Kläranlagen

Bei der Kläranlage «Müra» (Bild 1) bei Biel, die im Laufe des Jahres 1970 fertiggestellt wurde, wurde neben dem Schutz gegen die Abwässer ein wetterfester Anstrich in subtilen Farben verlangt. Die Verschmutzung durch die Abwässer (Bild 2) liess jedoch die sorgfältig gewählte Farbgebung wieder in den Hintergrund treten.

Die Anstriche sind wie folgt aufgebaut: Der Beton wurde einmal mit Pinsel oder Roller mit einer wasserfesten lösungsmittelhaltigen Epoxid-Grundierung behandelt. Auf diese Grundierung wurde zweimal mit Airless-Pistole die gleiche Grundierung in anderen Farbtönen aufgebracht und nach gründlicher Trocknung mit zwei Schichten eines wetterfesten DD-Lackes in den gewünschten Farbtönen gedeckt (Gesamtschichtdicke rund 250 bis 300  $\mu\text{m}$ ). Dieses System hat sich bis jetzt gut gehalten und zu keiner Beanstandung Anlass gegeben. Von der Herstellung her hatte der Beton sehr viele Poren und Löcher. Es gelang nicht, diese Poren ganz auszufüllen, das heisst man erhielt keine vollständig glatte Oberfläche. Aber die vier genannten Schichten haben diese Poren doch so ausgefüllt, dass der Beton nirgends durchschimmert.

Eine weitere Kläranlage, die mit Epoxid-Teer-Produkten behandelt wurde und seit 1968 in Gebrauch steht, zeigt Bild 3. Diese Kläranlage für Chemieabwässer einer Viskosefabrik in Österreich wurde 1968 dreimal mit Epoxid-Teer-Material ge-

strichen, wobei eine Gesamtschichtdicke von rund 250  $\mu\text{m}$  erreicht wurde. Der Abrieb des schwarzen Teer-Epoxid-Anstriches ist deutlich sichtbar, was zeigt, dass hier Anstriche kaum mehr ergänzen.

Bild 4 stammt von einer Kläranlage im Raume Basel, die 1963 mit lösungsmittelfreier Beschichtung behandelt wurde. Der Untergrund wurde mechanisch aufgeraut und zwei Schichten mit total 500  $\mu\text{m}$  eines lösungsmittelfreien Epoxidmaterials mit Taloschen aufgetragen. Der Vorteil dieses Systems ist die hohe Abriebfestigkeit, die besonders wichtig wird, wenn die Anlage mit Hochdruckschläuchen gereinigt werden muss. Der Nachteil, dass reine Epoxidharze keine grosse Wetterbeständigkeit haben und sich bald verfärben, kann bei Kläranlagen in Kauf genommen werden, da sie keine Schmuck- sondern Gebrauchsobjekte sind.

#### Trinkwasserbehälter

Trinkwasser hat den grössten Anforderungen an Geschmacksreinheit zu entsprechen. Deshalb können keine lösungsmittelhaltigen Produkte verwendet werden, da zurückgehaltene Lösungsmittelreste während längerer Zeit immer wieder ins Wasser eindringen und geschmackliche Veränderungen hervorrufen können. Lösungsmittelfreie Epoxidharze ohne Teerzusatz haben sich hier bewährt.

Das Bild 5 wurde 1959 von der Trinkwasserfassung in Rothrist aufgenommen. Die Anlage wurde abgesäuert, gut nachgewaschen und nach sorgfältigem Trocknen mit rund 1000  $\mu\text{m}$  lösungsmittelfreier Epoxidbeschichtung gespachtelt. Zwischen den einzelnen Schichten musste die Anstrichfläche auf Poren geprüft werden, um solche gegebenenfalls sofort mit dem gleichen Material ausfüllen zu können. Ähnlich behandelt wurden auch die Flächen der Trinkwasserreservoirs in Illberg, Mulhouse/Frankreich, siehe Bild 7. Zwei kreisförmige Betonbehälter mit einem Durchmesser von 60 m und einem Fassungsvermögen von je 10000 m<sup>3</sup> wurden mit einem lösungsmittelfreien Beschichtungsmaterial auf Basis von Epoxidharzen versehen. Die Arbeiten wurden 1968/69 ausgeführt. Man erreichte Schichtdicken von 1 mm.

#### Getränke- und Lebensmittelindustrie

In diesen Industriezweigen ist Sauberkeit oberstes Gebot. Der Rost- und Staubbildung muss von vorneherein vorgebeugt werden, und sämtliche Oberflächen müssen leicht zu reinigen

Bild 4. Kläranlage mit EP-Beschichtung im Raum Basel

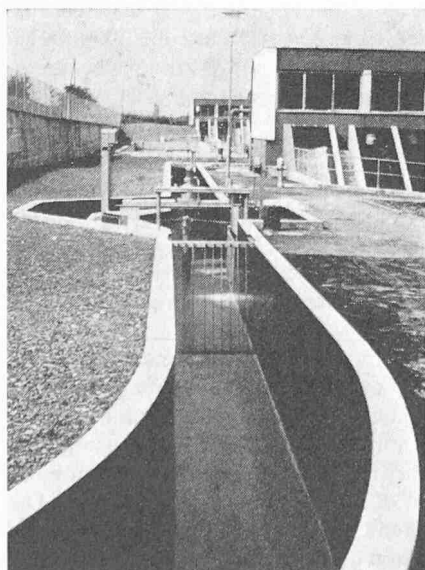


Bild 5. EP-Beschichtung in einer Trinkwasserfassung

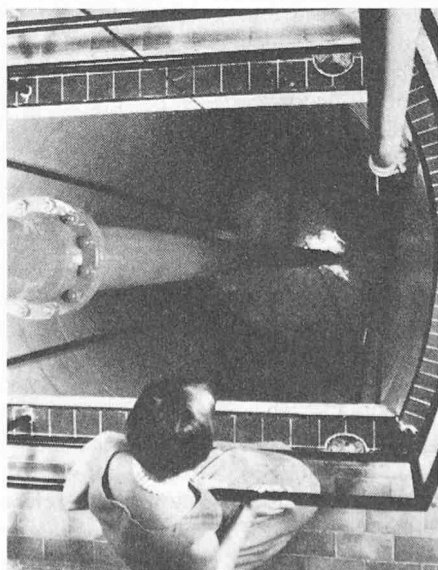
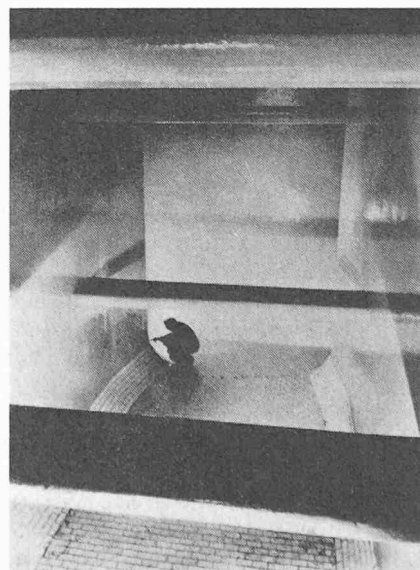


Bild 6. EP-Beschichtung in einer Papierbütte





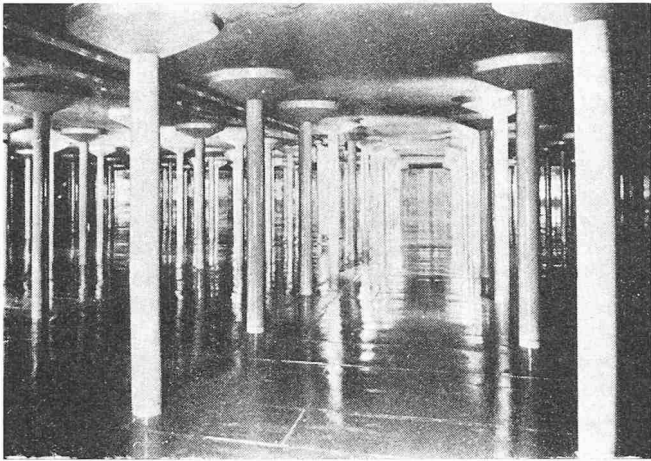


Bild 7. EP-Beschichtung in einem Trinkwasserreservoir

sein. An die Innenbeschichtung von Lagerbehältern für Most, Wein oder Spirituosen oder von Behältern, die der Aufbereitung von Füllgütern dienen, werden besonders hohe Anforderungen gestellt. Hierfür sind lösungsmittelhaltige Anstrichstoffe nicht geeignet, sondern es können nur lösungsmittelfreie Produkte verwendet werden, hauptsächlich solche auf Basis von Epoxidharzen.

Ein innenbeschichteter Weinbehälter aus Beton der Weinkellerei Maurice Gay in Sitten beispielsweise wurde 1961/62 beschichtet und ist heute noch in einwandfreiem Zustand.

## Industrie

In der Industrie werden diese Beschichtungen hauptsächlich in Betrieben mit hohem Wasseranfall und Wasserverbrauch eingesetzt, wie zum Beispiel in der Papierindustrie, bei der Viskose- und Zellstoffherstellung und in chemischen Fabriken, wie Gerbereien, Galvanikbetrieben und andere mehr. Hier haben sich sowohl Anstriche als auch Beschichtungen auf Basis von Epoxid- und Polyurethanharzen gut eingeführt.

Bei einer Papierbütte der «Reed Paper Group» in Aylesford/England aus dem Jahre 1959 (Bild 6) wurde die lösungsmittelfreie Epoxidharz-Beschichtung gewählt, anstelle eines Plattenbelages, von dem sich einige Platten gelöst hatten. Die wässrige Aufschlämmung der Papiermasse, die einen  $pH$ -Wert von 5 bis 5,5 hat, greift zementgebundene Baustoffe an. Die Betriebstemperatur schwankt von Betrieb zu Betrieb und erreicht in einzelnen Fällen etwa  $65^{\circ}\text{C}$ . Die Beschichtung hat sich bis heute ausgezeichnet gehalten.

## Zementrohre

Als weiteres Beispiel sei die Aussenbeschichtung radial vorgespannter Betonrohre genannt. Diese wurde zum Bau einer 70 km langen Jordanwasserleitung in Israel verwendet. Direkt auf die äussere Spritzmörtelschicht wurde ein Epoxidbeschichtungssystem aufgespritzt, das teilweise lösungsmittelhaltig war. Dieser Schutzfilm verhindert ein Austrocknen des Mörtels und damit eine Rissebildung und schützt gleichzeitig die aussenliegende Vorspannarmierung vor Korrosion.

Adresse des Verfassers: *Erich V. Schmid*, techn. Direktor der Firma Georg Fey & Co., 9430 St. Margrethen SG.

# Die elektrischen Lokomotiven der Baureihe Re 6/6

DK 621.335.2

Ende 1969 haben die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) bei der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur (SLM) und der AG Brown, Boveri & Cie. in Baden (BBC) vier Prototyplokomotiven der neuen sechachsigen Baureihe Re 6/6 in Auftrag gegeben, deren Ablieferung Mitte Mai begann. In Ergänzung zu unserer Beschreibung in SBZ 88 (1970) H. 11, S. 233, wo auch ein Typenbild und die Hauptdaten zu finden sind, und vorgängig einer ausführlichen Beschreibung seien nachfolgend einige bemerkenswerte Einzelheiten mitgeteilt.

Die Lokomotiven werden am Gotthard eingesetzt, wo sie bei  $27\text{‰}$  grösster Steigung eine Anhängelast von 800 t (rund 18 Reisezugwagen) mit 80 km/h befördern werden. Die kleinen Kurvenradien mit sehr geringen Übergangsbogen erlauben dort keine höhere Geschwindigkeiten. Hingegen wurde für die Talstrecken eine Höchstgeschwindigkeit von 140 km/h vorgeschrieben. Diese muss auch im zukünftigen Basistunnel bei 800 t Anhängelast eingehalten werden, wo die Luftwiderstände bedeutend grösser sind als auf freien Strecken. Tatsächlich wird die volle Leistung von 10600 PS (abgesehen von beschleunigten Fahrten) erst dort erforderlich sein. Hervorzuheben ist weiter, dass die höchste Zugkraft von 40,2 t bis zu einer Geschwindigkeit von 93 km/h aufrechterhalten werden kann, was rasches Erreichen hoher Geschwindigkeiten ermöglicht.

Die Bauweise mit drei zweiachsigen Triebdrehgestellen bedeutet gegenüber derjenigen der Ae 6/6-Lokomotiven mit zwei dreiachsigen Drehgestellen, beschrieben in SBZ 71 (1953) H. 6 und 7, S. 72 bzw. 91, eine wesentliche Verbesserung der Laufeigenschaften. Sie wurde möglich, nachdem es den SBB dank einer von ihnen neu entwickelten Messmethode gelang,

die horizontalen und vertikalen Kräfte zwischen Rad und Schiene zu messen und durch Vergleich der Messergebnisse mit den theoretisch gefundenen Werten zu neuen Erkenntnissen zu kommen, insbesondere zu solchen über die Grösse des Querreibungskoeffizienten, der für die Bestimmung der Führungskräfte in engen Gleisbogen massgebend ist. Die dadurch stark erweiterte Theorie, worüber *H.H. Weber* in SBZ 83 (1965) H. 48, S. 877–888 eingehend berichtet hat, erlaubt es heute, das Verhalten verschiedener Lokomotivbauarten in bezug auf Gleisbeanspruchung und Entgleisungssicherheit mit grosser Genauigkeit vorauszuberechnen. Ein Vergleich der Bauarten Bo'Bo'Bo' und Co'Co' fiel zugunsten der ersteren aus, da es nur diese gestattet, trotz 20 t Achslast, die 300-m-Kurven der Gotthardrampen regelmässig mit 80 km/h zu befahren. Vorausgesetzt bleibt dabei ein Drehgestell mit seitenverschiebbaren Achsen (wie Re 4/4<sup>11</sup>) und eine Querkupplung zwischen den drei Drehgestellen, die deren optimale Einstellung in den Kurven gewährleistet.

Bei einer Lokomotive mit drei Drehgestellen müssen besondere Massnahmen getroffen werden, um eine gleichmässige Verteilung der Achslasten zu erreichen. Grundsätzlich gibt es hierfür verschiedene Möglichkeiten. Dementsprechend werden die Prototyplokomotiven in verschiedenen Varianten ausgeführt und erprobt: Bei zwei Ausführungen sind die Wagenkasten zweiteilig, wobei die beiden Kastenteile durch verschleissfreie Gelenke miteinander verbunden sind, die ein Ausschwenken um eine horizontale Querachse erlauben. Diese Lösung hat sich bei sieben Lokomotiven der Rhätischen Bahn bewährt, beschrieben in SBZ 76 (1958) H. 33, S. 484–488. Die Kasten der beiden anderen Lokomotiven sind einteilig. Bei der einen stützt sich der Kasten über möglichst weiche Federn auf