# Neues Abdichtungssystem für Staumauern

Autor(en): **Rüesch, C. / Scherrer, I.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **93 (2001)**

Heft 11-12

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-939934

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

# Neues Abdichtungssystem für Staumauern

■ C. Rüesch, I. Scherrer

**Zusammenfassung**

*Die Anforderungen, die an ein wirksames und dauerhaftes Abdichtungssystem im Wasserbau gestellt werden, sind enorm. Im Verlauf der letzten 20 Jahre wurde durch intensive Forschung und mittels grossflächiger Versuche das mehrschichtige Abdichtungssystem PP-DAM auf Basis von PUR-Flüssigkunststoff entwickelt und mehrfach erfolgreich an Objekten eingesetzt. Mit dieser Innovation können die bis anhin bekannten Vorbehalte gegenüber dem Einsatz von Flüssigfolien ausgeräumt werden. Das System PP-DAM bietet eine wirtschaftliche Lösung zur Abdichtung von Betonstaumauern, Naturstaumauern, RCC-Dämmen, Reservoiren, Fassungen, Kanälen und Stollen an. In Deutschland wurde im Herbst 2000 der Turmschaft der Talsperre Bautzen abgedichtet.*

## Entwicklung

### Problematik

Früher wurde im Wasserbau, speziell im Talsperrenbau, der Einsatz von Kunststoffen zur Abdichtung des Mauerkörpers gemieden. In den letzten 20 Jahren gewann der Gebrauch von mechanisch an der Wasserseite befestigten PVC-Folien jedoch immer mehr an Bedeutung. Die Nachteile der PVC-Folien liegen u.a. bei den Anschlüssen an Fels, bei der Verletzlichkeit durch Eis und Vandalismus sowie bei der Unterläufigkeit bei Verletzungen.

In situ erstellte Flüssigfolien hatten weniger Erfolg, da die Qualität nicht immer gewährleistet werden konnte. Verschiedene Ursachen lagen hierfür vor:

- Durch das Aufspritzen der hochreaktiven Folien variierten die Schichtstärken zu stark.
- Die Folien wiesen eine zu geringe Dehnfähigkeit auf.
- Die Folien waren nicht UV-beständig.
- Die Folien waren zu dampfdicht, daraus konnte sich ein Dampfdruck an der Maueroberfläche bilden, was zum Versagen der Abdichtung führte.
- Die Folien waren nicht wasserbeständig.
- Der Untergrundvorbereitung wurde zu wenig Beachtung geschenkt.
- Einschränkungen bei der Applikation, insbesondere bei tiefen Temperaturen.

Die Vorteile, die eine Flüssigkunststofffolie ohne diese negativen Eigenschaften gegenüber den anderen bekannten Abdichtungssystemen aufweisen würde, sind jedoch signifikant.

### Anforderungen an das Abdichtungssystem

Die Anforderungen, die an ein wirksames Abdichtungssystem gestellt werden, sind durch die Beanspruchungen am Objekt klar definiert:

- Die in der Staumauer vorhandene Feuchtigkeit erzeugt (bei leerem Stausee) einen Dampfdruck hinter der Abdichtung. Aus diesem Grund muss das gesamte Abdichtungssystem möglichst *dampfdiffusionsoffen* sein. Der Voranstrich (Primer) muss auch bei permanenter rückwärtiger Durchfeuchtung eine unverminderte Haftfähigkeit am Untergrund aufweisen.
- Staumauern sind infolge Veränderungen des Wasserstandes, infolge Temperaturschwankungen sowie Erdbeben Bewegungen ausgesetzt. Dies erfordert eine möglichst grosse *Reissdehnung* und *Reissfestigkeit* der Abdichtungsmembrane, sodass Riss- und Fugenbewegungen überbrückt werden können. Die Reissdehnung und Reissfestigkeit muss auch bei tiefen Temperaturen (–20 °C) erreicht werden.
- In Bereichen mit fliessendem Wasser (Entlastungsbauteile, Überlaufbauwerke usw.) muss die Abdichtung gegen mechanische Belastungen und Abrasion widerstandsfähig sein.
- Im Winter auftretende Eisbelastungen müssen aufgenommen werden können:
  → dynamischer Druck (Eisschollenstoss durch Wellenschlag),
  → Zug/Schälung (angefrorene Eisschichten),
  → Ritzen (Eisschichten senken sich bei der Absenkung des Sees).
  Die Abdichtung muss resistent gegen Eisschläge sein. Die Haftzugwerte müssen möglichst hoch sein.
  Als Widerstand gegen das Ritzen muss die Abdichtung eine möglichst hohe *Shore-A-Härte* aufweisen.
- Die Ausführung der Abdichtung muss auch im Winter/Frühjahr (Produktionsausfall) erfolgen können. Die Applikation muss somit auch bei Temperaturen, die nur knapp über dem Gefrierpunkt liegen, noch möglich sein.
- Damit auf eine Drainage zwischen Abdichtung und Mauerwerk verzichtet werden kann, muss das System vollständig auf den tragfähigen Untergrund appliziert werden können und darf nicht unterläufig sein.
- Anschlüsse an Fels und Bauteile (z.B. Geländerpfosten) müssen ohne mechanische Befestigungen oder Materialwechsel ausführbar sein.
- Das System muss alterungs- und UV-beständig sein.
- Auch bei hohem Wasserdruck muss das System absolut wasserdicht sein.
- Das System sollte begeh- und befahrbar sein.

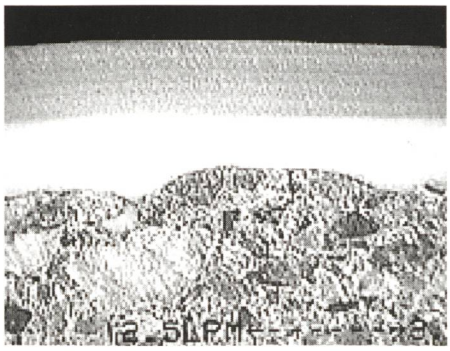

**Bild 1. Dünnschliff System PP-DAM.**

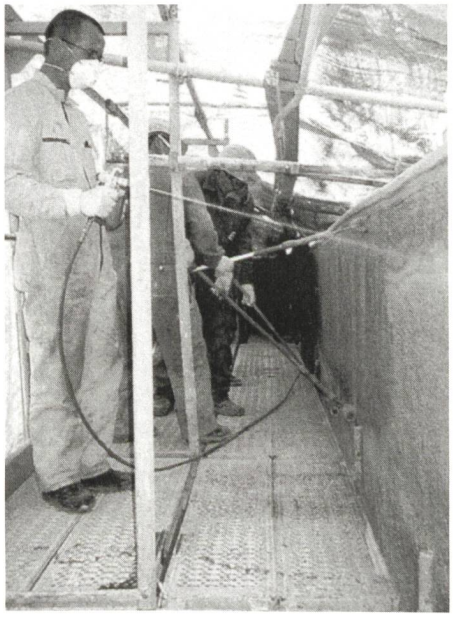

**Bild 2. Maschinelle Applikation durch Spritzen.**

*Bild 3. Maschinelle Applikation direkt ab Roller.*

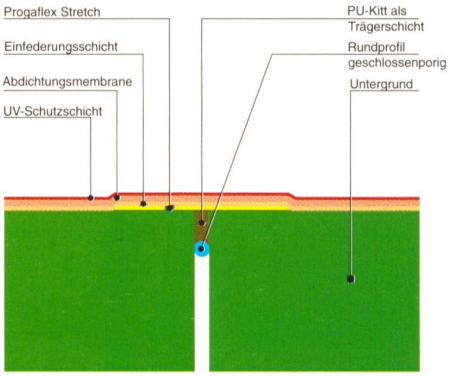


*Bild 4. Fugendetail.*

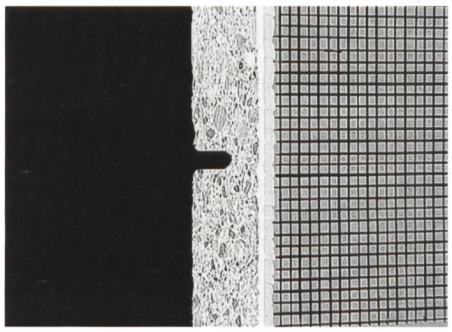

*Bild 5. Prüfkörper vor Dehnung.*

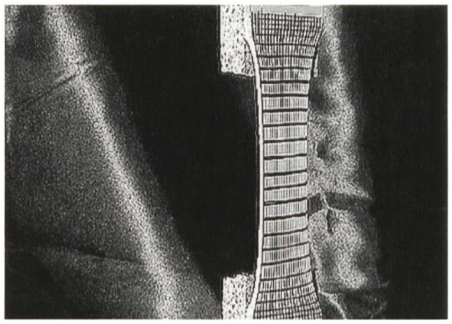

*Bild 6. Prüfkörper während Dehnung.*

- Die Beständigkeit gegenüber Frost, Tausalz, Wurzeln, Mikroorganismen und aggressiven Wässern muss gewährleistet sein.

Mit dem Ziel, ein Abdichtungssystem auf Basis von PUR-Flüssigkunststoff zu entwickeln, das allen gestellten Anforderungen gerecht wird, wurde in den vergangenen 20 Jahren intensiv Forschung betrieben. Es wurden grossflächige Versuche unter extremsten Bedingungen an Staumauern und Infrastrukturanlagen auf Höhen zwischen 2000 und 3500 m ü.M. durchgeführt. Mit den daraus folgenden Erkenntnissen wurden die Produkte ständig optimiert und angepasst. Das nun vorliegende System PP-DAM, das alle angestrebten Ziele und Anforderungen erreicht, konnte Anfang der 90er-Jahre präsentiert werden. In den letzten Jahren wurden einige Staumauern und Wasserbauwerke, vor allem in der Schweiz, erfolgreich und dauerhaft abgedichtet. Mit dieser Innovation, die komplette Dichtigkeit bei hoher Lebensdauer gewährleistet, kann u.a. die Alkali-Aggregat-Reaktion im Beton wirksam unterbunden werden.

## System PP-DAM

### Aufbau

Das System PP-DAM ist ein vollflächiges Abdichtungssystem auf Basis von PUR-Flüssigkunststoff und setzt sich aus verschiedenen ineinander «verschmolzenen» Schichten zusammen. Um den Anforderungen gerecht werden zu können, weisen die einzelnen Schichten unterschiedliche Eigenschaften auf, die im Verbund als System wirken. Dabei wirken sämtliche Schichten als Abdichtungsmembrane. Die Gesamtstärke beträgt je nach Anforderungen zwischen 3 und 4 mm.

### Untergrund

Die Applikation des Systems kann auf verschiedenen Untergründen wie z.B. Beton, Fels oder Stahl erfolgen. Der Untergrund muss vorgängig durch Strahlen mit Feststoffen oder Wasserhöchstdruckstrahlen gereinigt oder bis zu einer tragfähigen Schicht abgetragen werden.

Sehr raue Untergründe, Mauerwerk aus Natursteinen oder nicht tragfähige Untergründe werden mit Spritzbeton reprofiliert.

### Applikation

Das PUR-Material ist 2-komponentig und langsam reaktiv (Tropfzeit ca. 10–15 min). Die Applikation erfolgt je nach örtlichen Gegebenheiten maschinell oder konventionell von Hand mittels Rollern. Bei der maschinellen Applikation wird das Material mittels «Airless-Technik» gefördert (nicht gespritzt). Der Auf-

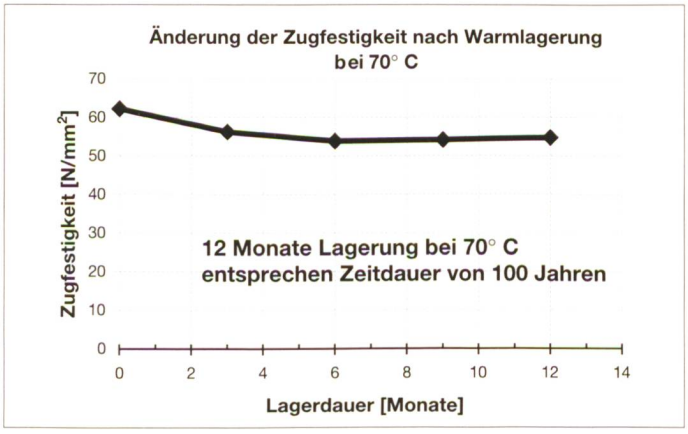


*Bild 7. Alterungstest Teilbereich Abdichtungsmembrane; Änderung Zugfestigkeit.*

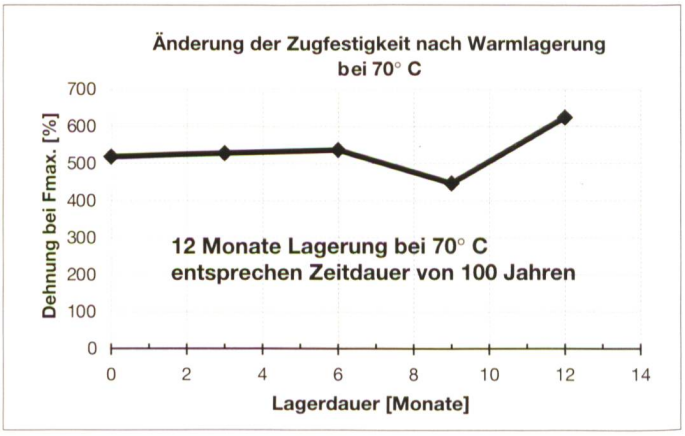


*Bild 8. Alterungstest Teilbereich Abdichtungsmembrane; Dehnungsänderung.*

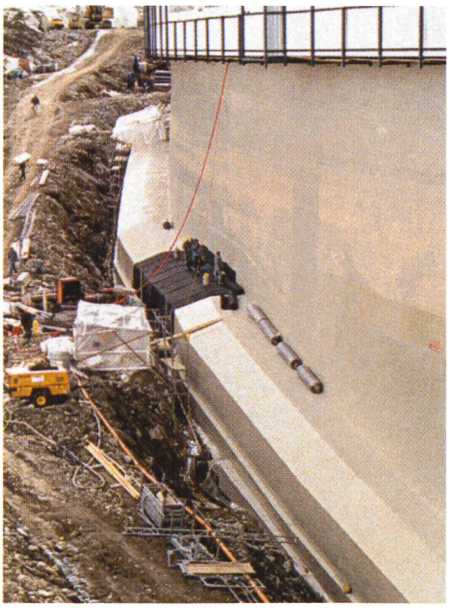

*Bild 9. Abdichtung einer Talsperre inkl. Sohlgang auf 2200 m ü.M.*

*Bild 10. Abdichtung einer eingestauten Aussenwand einer Kraftwerkzentrale.*

*Bild 11. Entnahmeturm Bautzen, Deutschland: Turm beschichtet, Nord- und Ostfassade.*

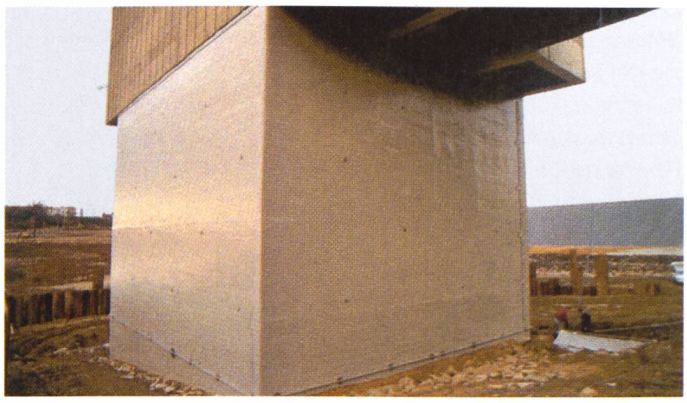

*Bild 12. Entnahmeturm Bautzen, Deutschland: Turm beschichtet, Süd- und Westfassade.*

trag erfolgt in mehreren Schichten und ist bis zu einer Temperatur von +3 °C möglich.

Die Mischgenauigkeit und die Einhaltung der Schichtstärke ist durch verschiedene Kontrollmechanismen während der Applikation garantiert.

Die Verwendung von Kontrastfarben ermöglicht sowohl eine sofortige optische Mischkontrolle wie auch eine Kontrolle der Schichtstärken. Zusätzlich kann die Schichtstärke während der Ausführung mittels Messkamm und durch die Verbrauchskontrolle überprüft werden.

Nach der Aushärtung des Kunststoffes ist eine zerstörungsfreie Überprüfung mittels Ultraschallmessgerät möglich.

## Fugendetail

Die Ausführung von Fugendetails ist ohne mechanische Befestigungen oder Montageprofile möglich. Im Weiteren sind auch keine Materialwechsel wie Bandeinlagen oder Gewebebänder notwendig. Mit der Lösung des Fugendetails nach dem System PP-DAM ist ein hoher mechanischer Schutz gewährleistet (Shore-A-Härte > 90°), zudem ist durch die hohe Reissdehnung und Reissfestigkeit des Systems eine problemlose Aufnahme der Fugenbewegungen im cm-Bereich gewährleistet.

## Prüfungen

In Zusammenarbeit mit Bauherren und der LPM AG wurde ein detailliertes Untersuchungsprogramm zur Prüfung des Systems PP-DAM für den Anwendungsbereich an Wasserbauwerken ausgearbeitet und durchgeführt. Für die Prüfungen wurden einerseits Laborprüfkörper und andererseits Prüfkörper, die direkt dem Bauwerk entnommen worden und über längere Zeit der Bewitterung ausgesetzt waren, eingesetzt. Folgende Prüfungen liegen vor:

- Messungen Reissfestigkeit und Reissdehnung
- Rissüberbrückung quasi statisch bei +23 °C sowie –20 °C, inkl. Schichtdicke
- Rissüberbrückung dynamisch bei +23 °C
- Haftzugfestigkeit-Stempelabreissprüfungen
- Bestimmung der Härte (Härte Shore A)
- Wasserdampfdiffusion (DIN 52615 mod.)
- Zugversuche an warmgelagerten Proben (Untersuch der Festigkeitseigenschaften während Alterungsprozess)
- Schälzugprüfungen
- Schlitzdruckprüfungen (SIA 280)
- Schichtstärke am Anschliff (Anstrich, Beschichtungen).

## System-Werte

Auf Grund der durchgeführten Prüfungen liegen folgende Systemwerte vor:

Reissdehnung bei +20 °C (Teilbereich Einfederungsschicht) = 1500 %
Reissdehnung bei –20 °C (Teilbereich Einfederungsschicht = 1000 %
Reissfestigkeit bei +20 °C (Teilbereich Abdichtungsmembrane) > 60 N/mm$^2$
Reissfestigkeit bei –20 °C (Teilbereich Abdichtungsmembrane) > 65 N/mm$^2$
Rissüberbrückung gesamtes System; dynamisch = 2 cm
Rissüberbrückung gesamtes System; statisch > 5 cm
Shore-A-Härte = 92°–95°
Dampfdurchlässigkeit $S_d$ = 2–3 m
Haftzugwerte am Untergrund > 1,5 N/m$^2$
Verarbeitungstemperatur = + 3 °C (härtet störungsfrei bei Temperaturen unter 0 °C aus).

Anschrift der Verfasser
*C. Rüesch*, dipl. Ing. HTL, *I. Scherrer*, dipl. Ing. HTL, ISO Permaproof AG, Rozestrasse 11, CH-7430 Thusis.