



PRODUKTINFORMATION

TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL

INSTANDSETZUNGSSYSTEM (e)

Alleinstellungsmerkmale

TW PAGEL-TRINKWASSERBEHÄLTER INSTANDSETZUNGSSYSTEM
Instandsetzungssystem mit Sinn und betontechnologischem Verstand
High-Tech Beton- und Mörteltechnologie für den Trinkwasserbereich

Inhaltsverzeichnis

1. Bewährte historische Mörteltechnologie

2. PAGEL TW-Produktphilosophie

- 2.1 Beton- und Mörteltechnologie
- 2.2 Dichtigkeit
- 2.3 Gesamtporositäten
- 2.4 Calcitlösekapazität
- 2.5 Alkalireserve
- 2.6 pH-Wert Beständigkeit
- 2.7 Verschleißbeständigkeit
- 2.8 Anwendungsbereich gemäß DVGW Arbeitsblatt W300 - 5

3. Produktzusammensetzungen

4. Verarbeitungsqualitäten / Maschinenteknik

5. Baustellenbetreuung

6. Erfahrungen / Referenzen

7. Prüfzertifikate und Zulassungen

8. Zukunftsaussichten / Perspektiven

POSTFACH 11 05 23
D-45335 ESSEN
WOLFSBANKRING 9
D-45355 ESSEN
TELEFON
02 01-6 85 04-0
TELEFAX
02 01-6 85 04-31



TW PAGEL-TRINKWASSERBEHÄLTER INSTANDSETZUNGSSYSTEM
Instandsetzungssystem mit Sinn und betontechnologischem Verstand
High-Tech Beton- und Mörteltechnologie für den Trinkwasserbereich

1. Bewährte historische Mörteltechnologie

Zementgebundene Mörtel wurden bereits von den Römern zur Auskleidung von Trinkwasserbehältern, Trinkwasserreservoirs und für die Auskleidung von Wasserleitungen eingesetzt.

Zementgebundene Mörtel haben den absoluten Vorteil, dass sie mit ihrem alkalischen Milieu Angriffen durch Bakterien aufgrund ihrer Alkalität massiv entgegenwirken. Wirksam für die Innenbeschichtungen von Trinkwasserbehältern ist das aber nur, wenn die Alkalität an den zementgebundenen Auskleidungsmörteln auch an den Mörteloberflächen langfristig erhalten bleibt.

Dann sind die zementgebundenen Mörtelbeschichtungen langfristig gegen Verkeimungen widerstandsfähig.

Als Schwachpunkt der historischen Mörtelsysteme gilt, dass bei zu hoher Porosität und aggressivem Trinkwasser das Calcit aus dem Zementstein durch die hohe Kapillarität herausgelöst wird. Die **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL** haben diese Probleme nicht. Sie sind nahezu „dicht“ gegen das Eindringen von aggressiven Wässern.

Der DVGW setzte mit dem DVGW-Arbeitsblatt W300 darum als Grenzwerte fest:

Wasserzementwert: $w/z \leq 0,50$
Gesamtporosität: ≤ 12 Volumen %

Unserer Ansicht nach sind diese Grenzwerte zu hoch und sollten niedriger angesetzt werden.

Im Rahmen der Überarbeitung des DVGW-Arbeitsblatts W300 (Anlage 10) konnte mit Unterstützung von Herrn Dr. Breit (VDZ GmbH Forschungsinstitut der Zementindustrie) und Herrn Professor Dr.-Ing. Breitbach (FH Koblenz) eine 2. Mörtelkategorie mit Wasserzementwerten $\leq 0,40$ festgeschrieben werden.

Dieser Grenzwert für die Mörtelkategorie mit Wasserzementwerten $w/z \leq 0,40$ gilt für PAGEL für gespritzte Mörtelsysteme, die durch Spritzapplikation verdichtet werden und gleichbedeutend auch für Anwendungen, bei denen mit händischer Applikation Decken-, Wand- und Bodenbeschichtungen ausgeführt werden, bei denen keine oder nur eine geringe Verdichtungswirkung bei der Applikation bewirkt werden kann.



TW PAGEL-TRINKWASSERBEHÄLTER INSTANDSETZUNGSSYSTEM
Instandsetzungssystem mit Sinn und betontechnologischem Verstand
High-Tech Beton- und Mörteltechnologie für den Trinkwasserbereich

PAGEL-Definition als Grundsatz für die TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL:

Wassermortwert: $w/z \leq 0,40$
Gesamtporosität: $\leq 10\%$

Das setzt hinsichtlich der Dauerhaftigkeit von zementgebundenen Auskleidungen Maßstäbe und gibt den Bauherren und Ingenieurplanern mehr Sicherheit zur Einschätzung der Dauerhaftigkeit für die Auskleidung mit zementgebundenen Instandsetzungsmörteln und grenzt Massenbaustoffe im Grenzbereich der technischen Materialeigenschaften aus.

pH-Wert der TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL:

Die **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL** besitzen einen dauerhaften pH-Wert von $\text{pH} \geq 12$, bei Wassermortwerten $w/z \leq 0,40$, bei gleichzeitiger weichplastischer Verarbeitungsqualität, die insbesondere bei Großprojekten, bei schwierigen geometrischen Verhältnissen und oder komplizierten Zugänglichkeiten längere Zuförderlängen in den Behälter hinein erforderlich machen.

Diese Definitionen gelten für die PAGEL – Produkte:

TW10 PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL
TW20 PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL
TW40 PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL
TW80 PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL

TW10weiss PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL
TW20weiss PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL
TW40weiss PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL
TW80weiss PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL

Für Dünnbeschichtungen:

TW05 PAGEL-TRINKWASSERSPACHTEL
Wassermortwert: $w/z \leq 0,50$
Gesteinskörnung: Pyrit frei



TW PAGEL-TRINKWASSERBEHÄLTER INSTANDSETZUNGSSYSTEM
Instandsetzungssystem mit Sinn und betontechnologischem Verstand
High-Tech Beton- und Mörteltechnologie für den Trinkwasserbereich

2. PAGEL TW-Produktphilosophie:

2.1 Betontechnologie

Beschichtungen, die mit den **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL**n hinsichtlich des hohen Widerstandsverhaltens gegen aggressive Wässer nicht mehr ausgeführt werden können, können auch mit anderen zementgebundenen Wettbewerbsmaterialien nicht mehr ausgeführt werden.

Die Mörtel müssen nicht nur weitestgehend dicht sein, sondern auch praxisgerecht sicher appliziert und „dicht“ angewandt werden können.

Die Bindemittelmatrix der **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL** ist mit feinblainigen, anorganischen Zusatzstoffen modifiziert (auch mit Microsilika), die eine dichte, weichplastische, adhäsive und standfeste Mörtelqualität erzeugen.

Ein Betonzusatzmittel (Hochleistungsverflüssiger) sorgt für die Absenkung der Wasserzementwerte ($w/z \leq 0,40$) unter Beibehaltung der weichplastischen Verarbeitungsqualität.

Dieses Betonzusatzmittel wird im Zuge der Hydratation des Zementes aufgezehrt (wie bei einem normalen Beton) und steht in der erhärteten Mörtelmatrix praktisch nicht mehr zur Verfügung (keine Verkeimungsgefahr)

2.2 Dichtigkeit

Die Gesamtporosität eines zementgebundenen Mörtels setzt sich zusammen aus:

- Kapillaren
- Gelporen

Die Gelporen sind am Wassertransport in den Zementstein nicht beteiligt und können theoretisch von der Gesamtporosität abgezogen werden.

(Die Anteile der Kapillarität bei den **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL**n beträgt, von der Gesamtporosität die Gelporen abgezogen, nur einen geringen Anteil).



2.3 Gesamtporositäten

Bei Prüfungen der Gesamtporositäten beim **TW20 PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL** und dem Abzug der Gelporenanteile von der Gesamtporosität ergeben sich wasserdurchgängige Porositäten (geprüft nach dem Quecksilberporosimetrie Messverfahren von ca. 1,0% im Minimum). Grenzwert Gesamtporosität gemäß dem DVGW Arbeitsblatt W300: 12% (Prof. Dr.-Ing. Dietrich, Universität Rostock: „Ein solcher Mörtel ist praktisch als dicht zu bezeichnen“).

Das ist ganz wesentlich:

Wo praktisch nichts eindringen kann (Wasser), kann von innen aus dem Mörtel auch kein Auslaugen des Calcits erfolgen.

2.4 Calcitlösekapazität

Die Calcitlösekapazität eines Trinkwassers ist nach der Trinkwasserverordnung mit 5 mg/l begrenzt. Unter Beachtung evtl. anderer vorhandener aggressiver Bestandteile des Trinkwassers – insbesondere wegen der hohen Dichtigkeit der **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL** sind Calcitlösekapazitäten bis 20 mg/l i.d.R. unbedenklich.

Da das Calcit lösende Wasser nicht in die Mörtelmatrix eindringen kann, kann kein lösender – auslaugender – Angriff von innen erfolgen.

In der Applikation in der MAWO PAGEL- DICHTSTOM – MANTELSPRITZDÜSE sind die Mörtel:

TW10 PAGEL- TRINKWASSERMÖRTEL
TW20 PAGEL- TRINKWASSERMÖRTEL
TW40 PAGEL- TRINKWASSERMÖRTEL
TW80 PAGEL- TRINKWASSERMÖRTEL

bis zu einer Calcitlösekapazität von 30 mg/l gesichert widerstandsfähig.

Der Calcitlösewiderstand kann durch einen Auftrag der Silikatisierung mit der

SI100 PAGEL-SILIKATISCHE – IMPRÄGNIERUNG

bis zu einer Konzentration der Calcitlösekapazität von 50 mg/l gesteigert werden.

Dabei sind die Auftragsmengen sehr gering.



2.5 Alkalireserve

Die **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL** werden ausschließlich unter Verwendung von qualitativ hochwertigen Portlandzementen (CEM I) hergestellt. Nur diese Zemente besitzen eine Alkalireserve, welche die wichtigste Funktion in der konstruktiven und nicht konstruktiven Betoninstandsetzung sicherstellt: den aktiven Korrosionsschutz. Kompositzemente oder z.B. Hochofenzemente (CEM III) besitzen i.d.R. keine Alkalireserve und können die eingebettet Stahlbewehrung nicht aktiv vor Korrosion schützen.

Dies ist die Begründung, warum die Rili SIB für die Betoninstandsetzung ausschließlich Portlandzemente zugelassen hat.

Die **TW PAGEL-RINKWASSERMÖRTEL** besitzen nachweislich eine hohe Alkalireserve und sind damit am aktiven Korrosionsschutz der Bewehrung beteiligt.

Der Korrosionsschutz von Bewehrungseinlagen ist auch in Trinkwasserbehälteranlagen von besonderer Bedeutung.

Im Gegensatz zu Wettbewerbsprodukten wird zur Herstellung der **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL** ein hochwertiger Bauchemie – Portlandzement verwendet, der in den fertigen Beschichtung eine hohe Alkalireserve erzeugt und damit auch langfristig den Korrosionsschutz der eingebetteten Bewehrungseinlagen sicherstellt (bitte Prüfbericht anfordern).

2.6 pH-Wert Beständigkeit

Die pH-Wert Beständigkeit liegt dauerhaft im Bereich von
pH = 4,5 bis pH = 14

2.7 Verschleißbeständigkeit

Durch den Betrieb der Trinkwasserbehälter, der ständigen Entnahme sowie der ständigen Befüllung mit Trinkwasser / Rohwasser kommt es neben den hygienischen Beanspruchungen auch zu Verschleißbeanspruchungen der Mörtelauskleidungen.

Die **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL** sind darum auch als Estrichbeschichtungen nach DIN EN 13813 mit CE-Konformität ausgestattet,



TW PAGEL-TRINKWASSERBEHÄLTER INSTANDSETZUNGSSYSTEM
Instandsetzungssystem mit Sinn und betontechnologischem Verstand
High-Tech Beton- und Mörteltechnologie für den Trinkwasserbereich

womit durch die CE-Konformitätsdeklaration der Verschleißwiderstand angegeben ist. Widerstand gegen abrasive Wasserbewegungen

2.8 Anwendungsbereich gemäß DVGW Arbeitsblatt W300 - 5

Die **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL** werden unter Verwendung einer Einpresshilfe gemäß EN 934-4 hergestellt. Diese Einpresshilfe senkt den Wasserzementwert der **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL** unter einen w/z Wert von 0,40 ab und sorgt für eine sehr weichplastische Verarbeitungskonsistenz. Der zur Konsistenzmodifizierung verantwortliche „Hochleistungsplastifizierer“ (Einpresshilfe) wird durch die Hydratation des Zementes aufgezehrt und ist in der erhärteten Mörtelmatrix dann praktisch nicht mehr vorhanden.

Durch diesen betontechnologischen Zusammenhang wird der Mörtel von der gemäß DVGW W300-5 definierten Typenklasse 2 im frischen Zustand durch die Hydratation in die Typenklasse 1 (ohne kunststoffhaltige Zusätze) übergeführt.

3. Produktzusammensetzungen

Die **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL** gelten nach der Aushärtung als „mineralische Systeme“. Das in den Mörteln enthaltene Betonzusatzmittel bzw. die Einpresshilfe sorgt für die exzellente weichplastische Verarbeitungsqualität. Die Einpresshilfe wird im Zuge der Hydratation aufgezehrt und ist in der erhärteten Mörtelmatrix praktisch nicht mehr vorhanden (Prof. Dr.-Ing. Breit, TU Kaiserslautern). Wegen der stofflichen Produktzusammensetzungen wurden die Hygiene-Zulassungsprüfungen nach den DVGW-Arbeitsblättern W347 und W270 durchgeführt; zusätzlich die Prüfungen zur Gesamtporosität nach dem DVGW-Arbeitsblatt W300.

4. Verarbeitungsqualitäten / Maschinenteknik

Die weichplastische **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL**-Qualität ist optimal im Dichtstrom-Nassspritzverfahren, bis zur Einbaustelle mit geringem Förderdruck im Trinkwasserbehälter gefördert werden zu können.

Realistische Förderweiten liegen auf der Baustelle bei bis zu 60 m. Versierte Anwender haben auch schon deutlich weitere Förderlängen realisiert (80 m).



TW PAGEL-TRINKWASSERBEHÄLTER INSTANDSETZUNGSSYSTEM
Instandsetzungssystem mit Sinn und betontechnologischem Verstand
High-Tech Beton- und Mörteltechnologie für den Trinkwasserbereich

Der bis zur **MAWO PAGEL-Mantelstrom-Dichtstrom-Nassspritzdüse** im Dichtstrom geförderte Mörtel wird, ohne dass er seine Konsistenz ändert, mit der Mantelstrom-Druckluft beschleunigt, ohne dass die Spritzluft in den Mörtel gerät. Hierdurch wird zusätzlich neben der Beschleunigung der Mörtel in einem Luftmantel gekapselt. Belastungen durch Spritznebel sind sehr gering. Gleiches gilt für den Rückprall.

Zur Dichtstrom-Förderung der

TW10 PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL
TW20 PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL
TW40 PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL

TW10weiss PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL
TW20weiss PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL
TW40weiss PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL

können handelsübliche Förderpumpen eingesetzt (nicht Lichtstrom-Förderpumpen) werden. Die Förderschnecken müssen zur Förderung von Mörtelsystemen geeignet sein, die zur Förderung von Mörteln mit einem Gesteinskorn bis 4 mm geeignet sind (Nachfrage im Bedarfsfall bei der PAGEL-Technik oder -Anwendungstechnik).

Mit einem Förderschlauchdurchmesser von 1 1/2" bzw. 35 mm können – je nach der maximalen Förderweite - am Förderschlauchende Reduzierungen auf einen Schlauchdurchmesser von 1" bzw. 25 mm vorgenommen werden.

Die technischen Materialqualitäten in Verbindung mit der abgestimmten Verarbeitungstechnik sorgen für eine gleichbleibende dichte und widerstandsfähige Mörtelqualität in der gesamten applizierten Schichtdicke.



TW PAGEL-TRINKWASSERBEHÄLTER INSTANDSETZUNGSSYSTEM
Instandsetzungssystem mit Sinn und betontechnologischem Verstand
High-Tech Beton- und Mörteltechnologie für den Trinkwasserbereich

Die **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL** benötigen an der Mörteloberfläche keine zusätzlichen Verschleißschichten oder Oberflächenvergütungen:

- keine Opferschichten erforderlich
- keine Feinschichten erforderlich
- keine Verschleißschichten erforderlich
- kein „Pudern“ der Oberflächen erforderlich
- kein Verkieseln der Oberflächen erforderlich

Schichtaufbau bei der Applikation

Praxisgerecht kann die **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL**-Applikation mit reduziertem Arbeitsaufwand erfolgen. Diese steht in Abhängigkeit der gewünschten Oberflächenstruktur. Bei nicht allzu grobrauer vorbereiteter Unterlage wird der Mörtel in 2 Lagen mit kurzer Wartezeit zwischen den einzelnen Lagen aufgespritzt und schnellstmöglich mit einem Glättschwert abgezogen. Dabei sind leichte Kellenschläge nicht zu vermeiden. Bei gewünschter sehr ebener Mörteloberfläche wird nach einer weiteren Wartezeit mit einem kunststoffprofiliertem Glätter die Mörteloberfläche abgerieben.

Mit beiden Applikationsvarianten sind die Mörteloberflächen nahezu poren- und lunckerfrei.

Die Mörteloberflächen sind porengeschlossen und verhindern das Eindringen von Wasser im Betriebszustand.

5. Baustellenbetreuung

Zur Einarbeitung der Verarbeiter mit den **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL**n kann auf Anfrage die PAGEL-Anwendungstechnik eine Einarbeitung auf der Baustelle in der **MAWO-PAGEL-Mantelstrom-Dichtstrom-Nassspritztechnik** durchführen.

6. Erfahrungen / Referenzen

Die **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL** befinden sich seit ca. 30 Jahren im Baustelleneinsatz. Seit mehr 15 Jahren in unveränderter Rezeptur. In der gesamten Zeit hat es keine einzige berechtigte Mängelanzeige wegen evtl. Verkeimungen gegeben. Die glatten Mörteloberflächen sind sehr dauerhaft, verschleißfest und bei fachgerechter Anwendung von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln optisch sehr ansprechend. Mit den weichplastischen Mörtelkonsistenzen können ebenfalls in



TW PAGEL-TRINKWASSERBEHÄLTER INSTANDSETZUNGSSYSTEM
Instandsetzungssystem mit Sinn und betontechnologischem Verstand
High-Tech Beton- und Mörteltechnologie für den Trinkwasserbereich

gleichbleibender Mörtelqualität (auch im Farbton weiß) Deckenflächen in Stalaktitenform (wenn gewünscht) ausgeführt werden.

Die Baustellenprüfungen zur Gesamtporosität nach den Vorgaben des DVGW-Arbeitsblatts W300 belegen zweifelsfrei, dass die niedrigen Gesamtporositäten der Erstprüfungen auch bei den Praxisanwendungen nachvollzogen und sogar unterschritten werden können.

7. Prüfzertifikate und Zulassungen

DVGW Arbeitsblatt W300

Das neue DVGW Arbeitsblatt W300 basiert mit den technischen Anforderungen auf der:

DIN EN 1504-3

Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken
Teil 3: Statisch und nicht statisch relevante Instandsetzung.

Als Grundlage zur Berechtigung der Anwendung der **TW PAGEL-TRINKWASERMÖRTEL** für die Betoninstandsetzung sind diese Mörtelsysteme mit CE Konformität gemäß DIN EN 1504-3 ausgestattet.

DIN EN 13813

Estrichmörtel und Estrichmassen

CE Konformität zur Definition des Verschleiß – Widerstandsverhaltens

DVGW Arbeitsblatt W347

Hygienennachweis für rein mineralische zementgebundene Mörtelsysteme ohne organische oder polymere Anteile oder Betonzusatzmittel

DVGW Arbeitsblatt W270

Hygienennachweis für Systeme mit organischen Anteilen oder Betonzusatzmitteln



TW PAGEL-TRINKWASSERBEHÄLTER INSTANDSETZUNGSSYSTEM
Instandsetzungssystem mit Sinn und betontechnologischem Verstand
High-Tech Beton- und Mörteltechnologie für den Trinkwasserbereich

8. Zukunftsaussichten / Perspektiven

Die seit mehr als 15 Jahren unveränderten Produktrezepturen wurden im Rahmen eines Forschungsvorhabens bei der BAM überprüft, ob mit den heute gegebenen betontechnologischen Möglichkeiten noch Verbesserungspotenzial vorhanden ist.

Die Ergebnisse der umfangreichen Untersuchungen an gespritzten und handverarbeiteten Proben belegen sehr deutlich, dass Produktoptimierungen momentan nicht möglich sind. Die seit 15 Jahren am Markt eingesetzten Produktrezepturen besitzen eine nach dem heutigen Stand der Technik nicht zu verbessernde Qualität.

Nach dem heutigen betontechnologischen Stand der Technik bieten die **TW PAGEL-TRINKWASSERMÖRTEL** einen absoluten Höchststand der der technischen Produkteigenschaften in Verbindung mit der optimalen Anwendungstechnik für die Materialanwendung auf Baustellen.

Den Bauherren sowie ausschreibenden Planern ist mit diesen Erkenntnissen und Erfahrungen ein hohes Maß an Sicherheit für die Anwendung sowie Dauerhaftigkeit der Ausführung gegeben.

Essen, 07.09.2016

**PAGEL Spezial-Beton
GmbH & Co. KG**