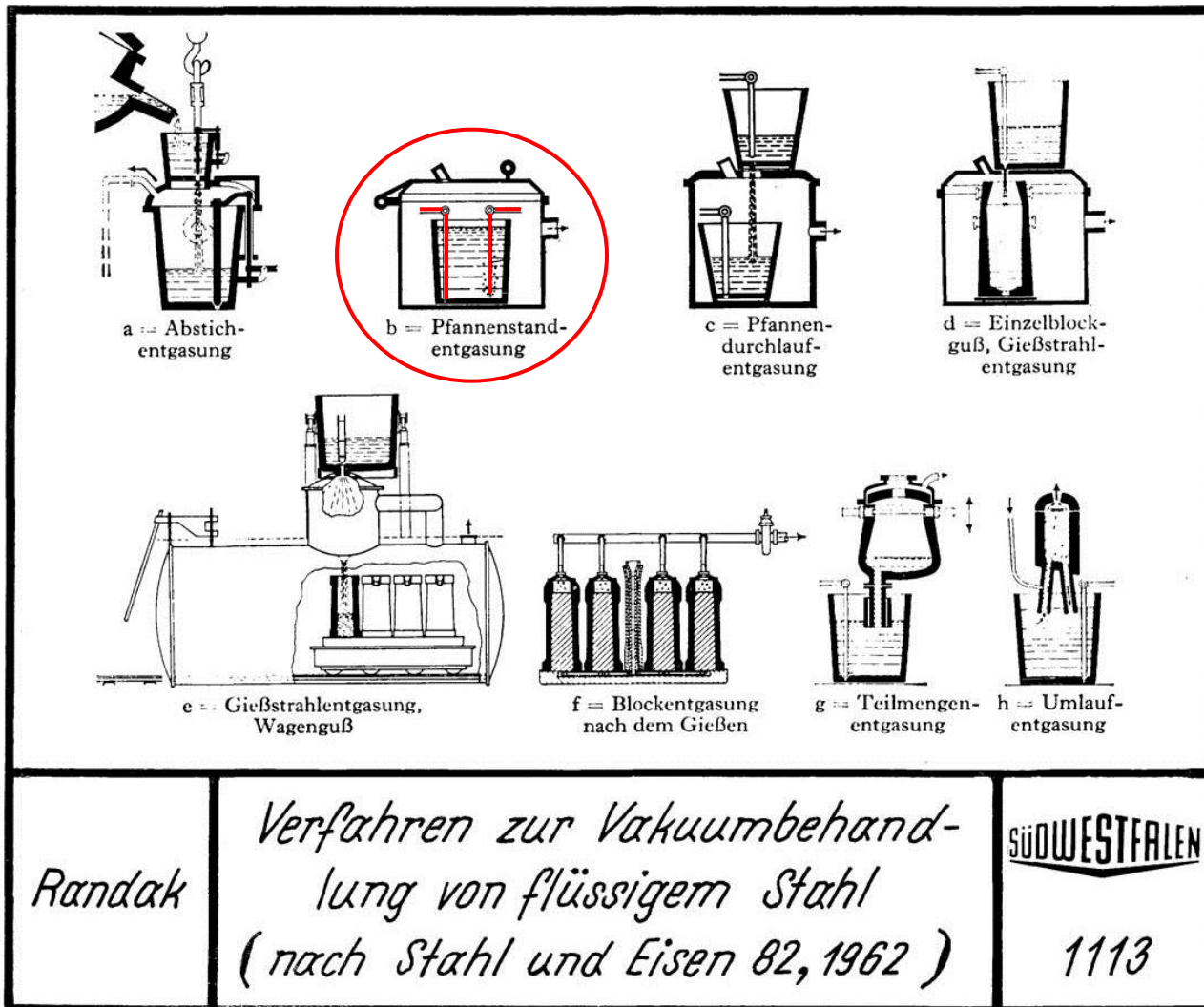


Spülsteine – Physik, Philosophien, Praxis

Leandro Schöttler – 28.04.2022 Branchendialog



Vakuumbehandlung war ein Treiber zur Spülstein Entwicklung



Problematisch damals:

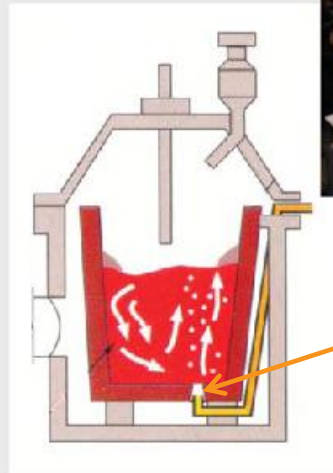
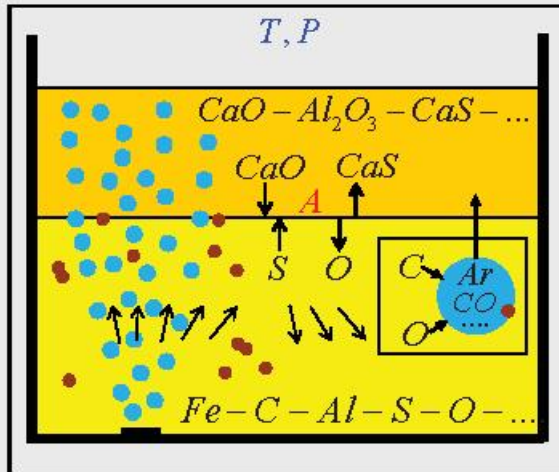
Stopfenverschluß

und Spüllanze

Erst mit einsatzfähigen Schieberverschlässen und Spülsteinen war eine erfolgreiche Pfannenstandentgasung Entwicklung möglich

Durchmischung der Schmelze

Grundlagen des Impuls- Wärme und Stofftransportes
- "operational units"



Mit
Spülsteinen
die im Boden der
Pfanne eingebaut sind,
konnten erfolgreich
Vakuumprozesse in der
Pfanne, sowie Aufheizen
der Metallschmelzen im
Pfannenofen
durchgeführt werden

Hier: VOD Prozess

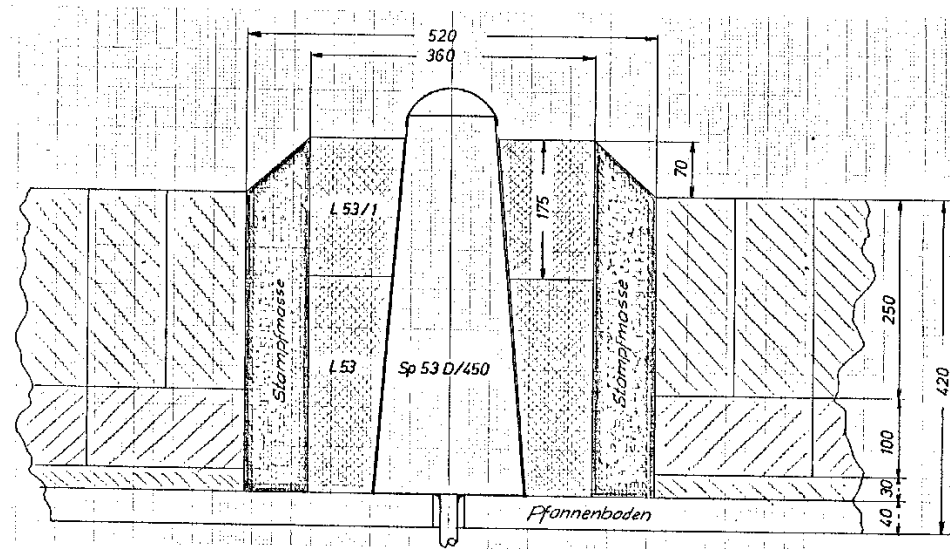


Institut für Metallurgie
TU Clausthal

Kontaktstudium: Sekundärmetallurgische Prozesstechnik
VDEh, Krefeld 23.-25.10.2012

K.-H. Spitzer

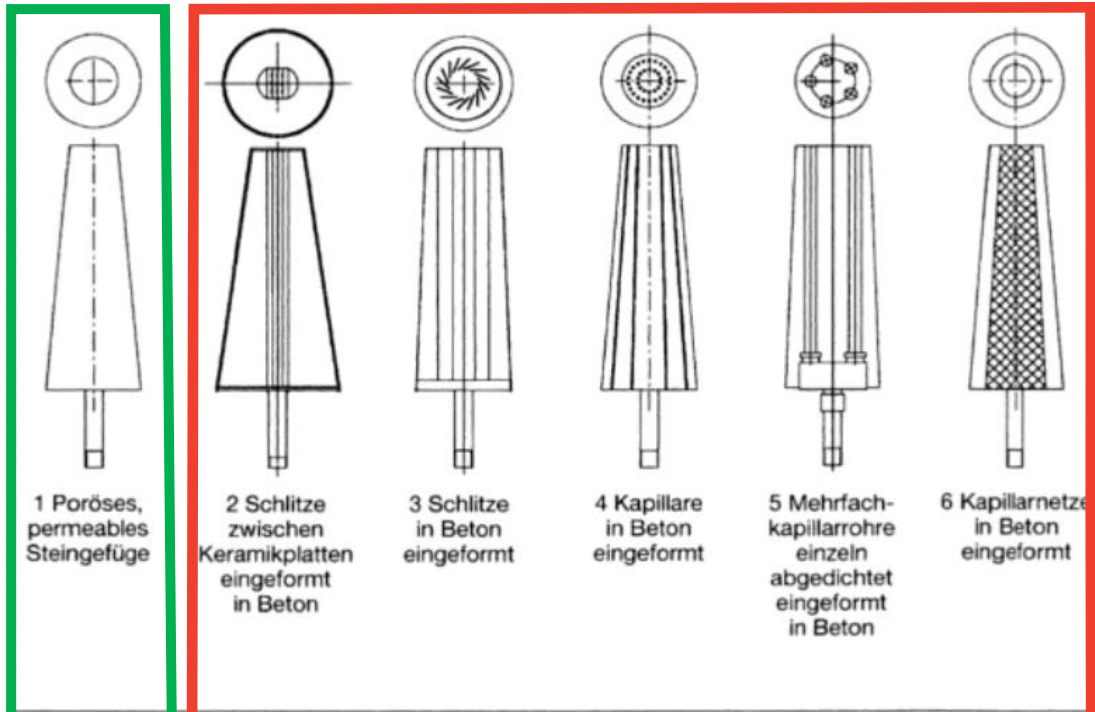
Spülsysteme der 1970er Jahre



 KS-SW-WR	M 1 : 5 PFANNENZUSTELLUNG Einbauschema des Bodenspülsteines in die 120t- Gießpfanne (altes System)	Bild 9 22.11.1983
--	---	----------------------

Zeichnung Anfang 1980er Jahre
 Spülsystem im
 Krupp Stahlwerk Reinhausen
 Damals noch zweiteilige
 Lochsteine in gebrannter
 Mullit Qualität

Verschiedene Varianten von Spülsteinen (Philosophie)



Aus:
Feuerfeste Werkstoffe
 Gerald Routschka
 Vulkan-Verlag GmbH

(Tabelle 6.3). Poröse, keramisch gebundene Spülsteine werden überwiegend aus basischen und aluminareichen Werkstoffen gepresst. Hierbei wird das gewünschte Porengefüge gezielt über einen speziellen Kornaufbau (Kornlücke) oder mit Hilfe von Ausbrennstoffen eingestellt.

Spülsteine mit eingeformten kapillar- oder schlitzförmigen Gaskanälen fertigt man aus Korund- und Spinell-Gießmassen unter Zuhilfenahme thermisch zersetzbarer Kunststoffformteile oder spezieller Keramikbauteile **(Bild 6.3)**. Bei den gießtechnischen Verfahren bietet sich eine Vielzahl unterschiedlicher Werkstoffvariationen an.

Die porösen Spüler erwarben den Ruf der zu geringen Haltbarkeit

Die Entwicklung lief in den 1980er Jahren forciert in Richtung „gerichtete Porosität“ und FF Betone

Probleme der Schlitzspüler – «Spüler spült nicht»

- ▶ In aufwendiger «Post mortem Forensik» ging man immer wieder dem Versagen der Schlitzspüler auf den Grund
- ▶ Ständiger Quell des Frustes: Stahl Infiltration in Schlitze und Risse der Keramik



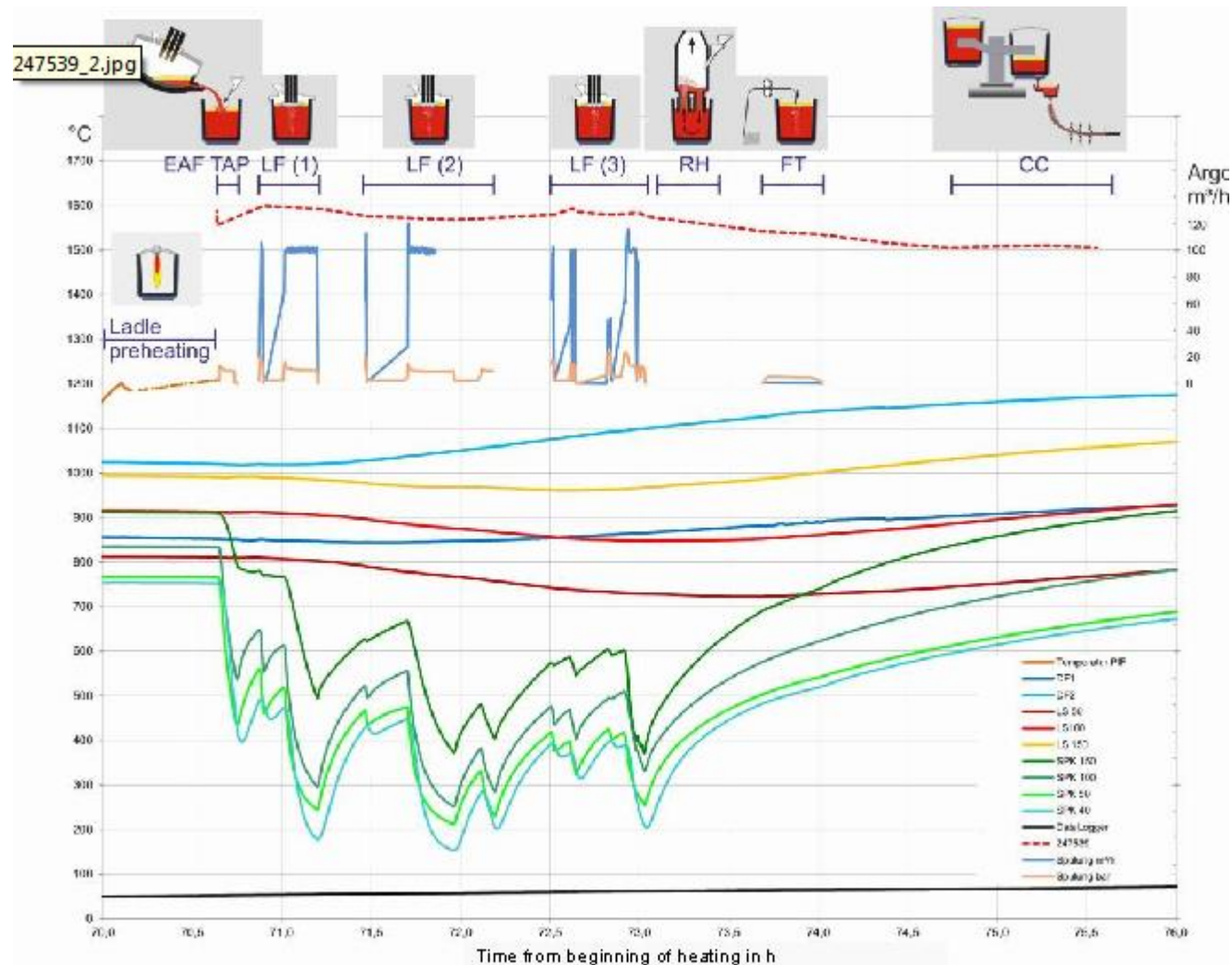
Forschung und Entwicklung

- ▶ Mit großem Einsatz und Fördergeldern wurden Versuchsprogramme auch auf europäischer Ebene durchgeführt, um die Performance der Schlitzspüler zu verbessern
- ▶ Hier als Beispiel die instrumentierte Spülkeramik im Rahmen des Forschungsprojektes «Plugwatch»



Temperaturwechselbeanspruchung im Spüler

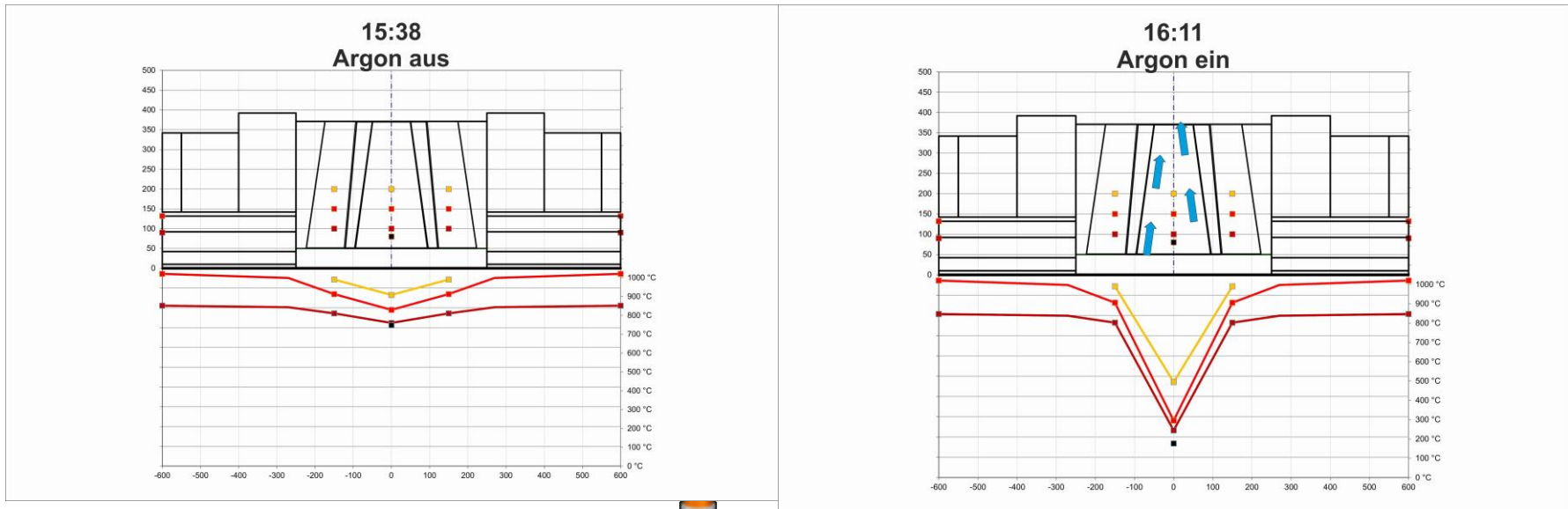
Langzeit Temperatur Tracking mit 9 Messkanälen im Spüler, Lochstein und Dauerfutter



Temperaturwechselbeanspruchung im Spüler

Keramische Herausforderung an die Spülkeramik:

TWB: In 33 Minuten von 950°C auf 450°C



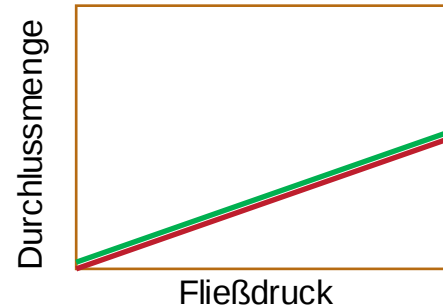
PlugWatch001.mp4

Physik

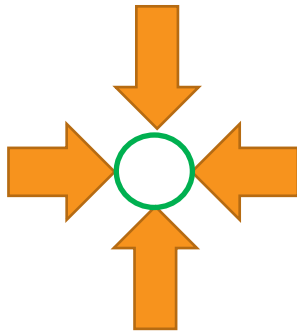
Der Unterschied zwischen einer Pore und einem Schlitz

Im kalten Zustand:

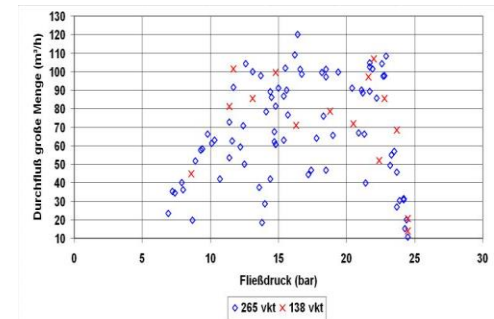
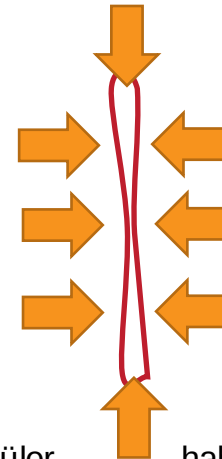
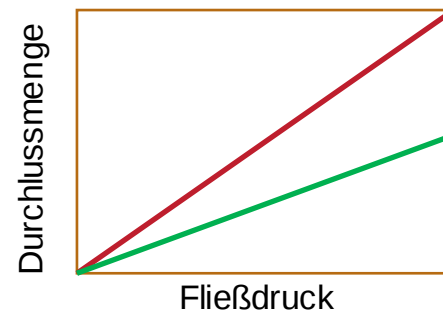
Pore und Schlitz verhalten sich gleich



Verhalten bei thermischer Ausdehnung der Keramik



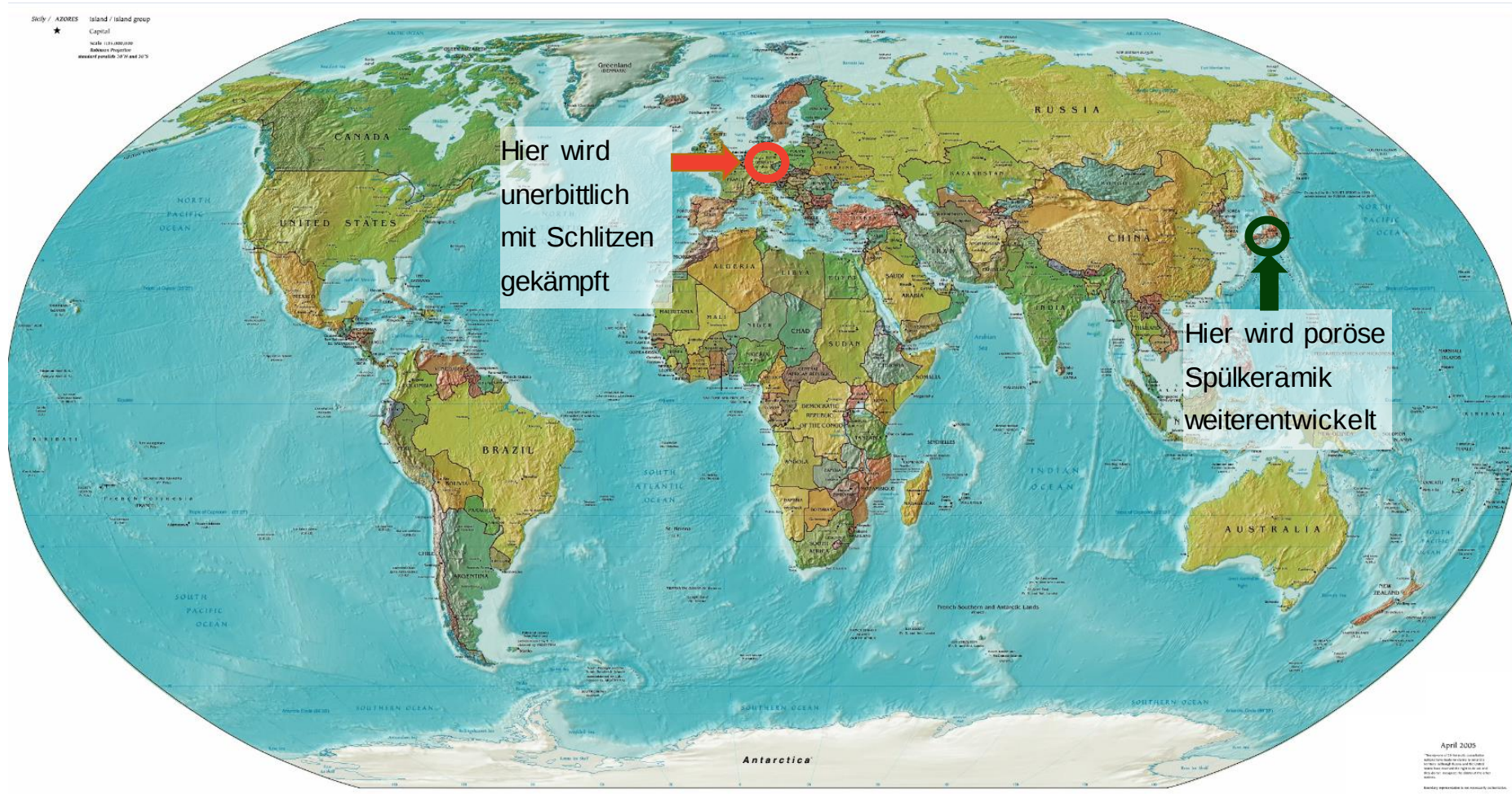
Fließdruck im Schlitz steigt an



Der Porennspüler liefert unter allen Bedingungen die gleiche Kennlinie - Das ist messtechnisch brauchbar
Dieser Spüler ist Industrie 4.0 fähig!

Schlitzspüler haben unter wechselnden Bedingungen undefinierte Zustände –
Druck/Volumenstrom Verhältnisse sind zufällig

Die Welt ist divers



Praxis

Keramische Herausforderung an die Spülkeramik:

TWB



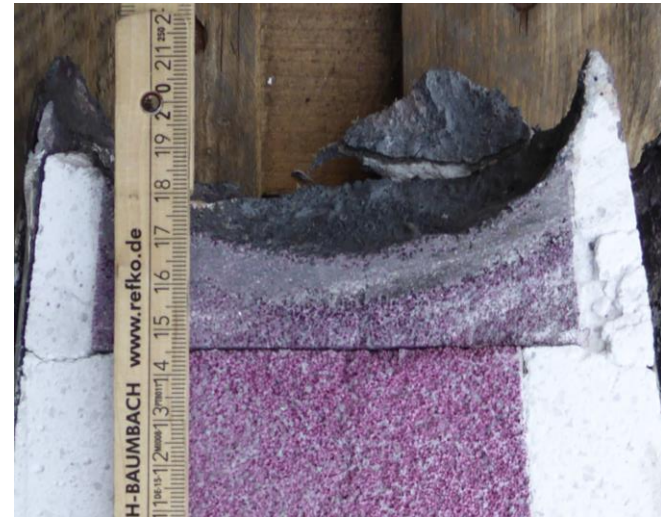
Metallurgische Herausforderung an die Spülkeramik:

Spülbereitschaft



Keramische Herausforderung an die Spülkeramik:

TWB



Metallurgische Herausforderung an die Spülkeramik:

Spülbereitschaft



Praxis

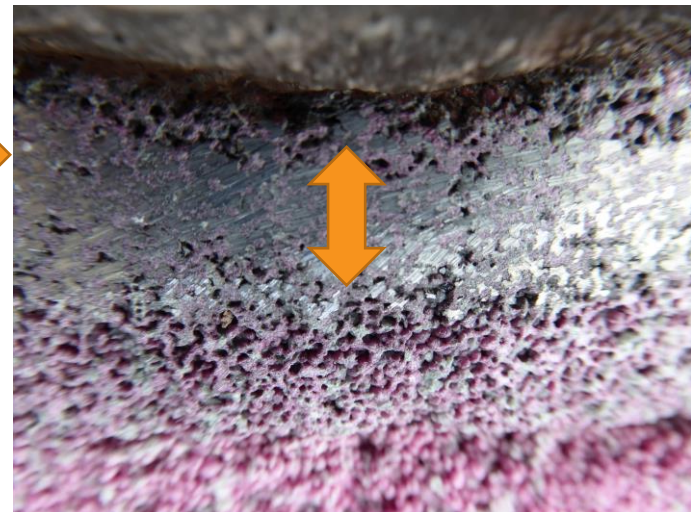
Oberfläche eines Schlitzspülers nach Ausbau



Oberfläche eines porösen Spülers nach Ausbau



Querschnitt eines porösen Spülers nach Ausbau
Stahl Infiltrationsschicht 8 mm



Weisheit der Dakota Indianer

Wenn Du entdeckst, dass Du ein totes Pferd reitest, steig ab!



Apell an die Spülerfabrikanten:
Löst Euch von den Schlitzern –
Entwickelt leistungsfähige poröse Keramik!

**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit**

