

Optimierung der Kalkwasser-einmischung im Wasserwerk Gottleuba

Im Wasserwerk Gottleuba des Zweckverbandes Wasserversorgung Pirna/Sebnitz, das von der ENSO Netz GmbH betrieben wird, wird **Talsperrenwasser aus der Talsperre Gottleuba** zu Trinkwasser aufbereitet. Um auch bei einer als Folge der Vergrößerung des Hochwasserschutzraumes erwarteten Verschlechterung der Rohwasserbeschaffenheit sicher und stabil eine einwandfreie Trinkwasserqualität zu gewährleisten, wurde die Aufbereitungsanlage 2004/2005 von einer einstufigen Filtration auf eine **zweistufige Aufbereitung erweitert**.

von: Dr.-Ing. Burkhard Wricke (DVGW-Technologiezentrum Wasser, Außenstelle Dresden),
apl. Prof. Dr.-Ing. Detlef Aigner (TU Dresden) & Norbert Müller (ENSO Netz GmbH)

Als Teil der seit 2004/2005 ergriffenen Maßnahmen wurde im Wasserwerk Gottleuba vor den vorhandenen liegenden Druckfiltern eine Flockenfiltration in stehenden Druckfiltern realisiert. Durch den Einsatz der Druckfilter auch in der ersten Filterstufe war es möglich, die vorhandenen Filter ohne Zwischenförderung weiter als Sicherheitsstufe zu nutzen (Abb. 1). In der Flockenfiltrationsstufe erfolgt eine weitestgehende Trübstoff-, Partikel- und Manganelimination. Gleichzeitig wird die DOC-Konzentration deutlich verringert. In der zweiten Filterstufe erfolgt eine weitere Verringerung der Mangan- und der Aluminiumkonzentration. Mit Inbe-

triebnahme der Aufbereitungsanlage konnte ein stabiler Betrieb gesichert werden. Probleme bereitete jedoch die Kalkwasserdosierung vor der zweiten Filterstufe. Aufgrund von Erfahrungen aus anderen Wasserwerken wurde diese zur Verhinderung von Kalkausfällungen in der zentralen Zuführungsleitung in die Zuläufe zu den liegenden Filtern gelegt. Dabei wurde angenommen, dass im Zulauf zu den Filtern die Einmischung gesichert wird und im Überstauraum eine ausreichende Reaktionszeit zur Verfügung steht, um Kalkausfällungen zu vermeiden. Dies war jedoch nicht der Fall. Insbesondere an der hängend installierten Wasservertei-

lungs- und Spülwasserrinne kam es zu erheblichen Kalkablagerungen, sodass die Gefahr bestand, dass die Rinne abreißt (Abb. 2).

Aufgrund der mit dem Einsatz von Mischelementen vor der Dosierstelle gesammelten positiven Erfahrungen mit der Einmischung von Natronlauge [1] bzw. von Kalkwasser [2] im Wasserwerk Wienrode wurde das Institut für Wasserbau und Hydromechanik der TU Dresden beauftragt zu prüfen, ob und wie die Einmischung von Kalkwasser auch in der Zuführungsleitung zu den Filtern der zweiten Filterstufe möglich ist.

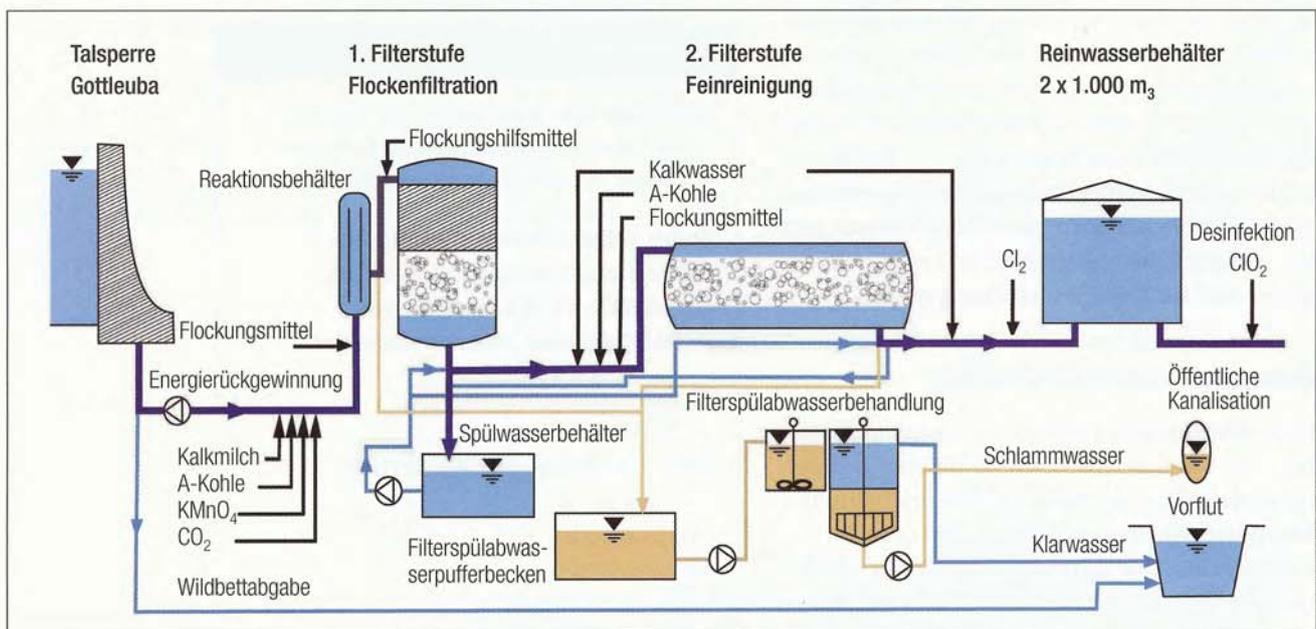
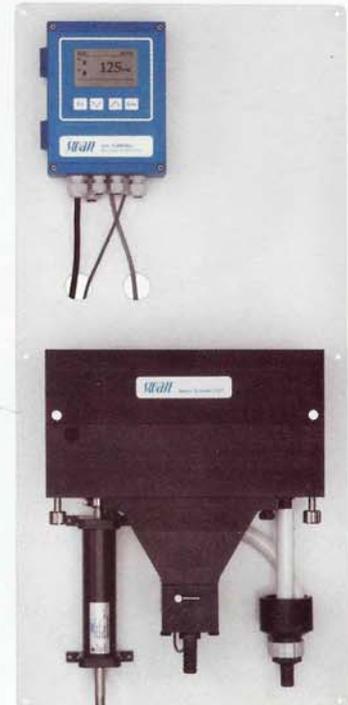


Abb. 1: Verfahrensschema Wasserwerk Gottleuba

**AMI Turbiwell –
Berührungsfreie
Trübungsmessung
für Trinkwasser,
Oberflächenwasser
und Abwasser**



- Messung nach ISO 7027
- Messbereich:
0 - 200 FNU
- Geringer Wasser-
verbrauch
- Berührungsfreie optische
Elemente – keine
Verschmutzungsgefahr
- Automatische
Abschlammung zum
Spülen der Messzelle
- Für den Einsatz in
Quellwässern geeignet

www.swaninstrumente.de

SWAN Analytische Instrumente GmbH
DE-98693 Ilmenau
Telefon +49 3677 46260
info@swaninstrumente.de

vor den liegenden Filtern installierter statischer Mischer der Firma Sulzer vorhanden (Abb. 3).

In der ersten Phase der Untersuchungen wurde an der TU Dresden eine numerische Simulation der Zuführungsleitung ohne und mit Einbeziehung des vorhandenen statischen Mixers durchgeführt. Dabei stellte sich heraus, dass die Strömung im Rohr infolge der Krümmungen einen Drehimpuls erhält und eine Spiralströmung entsteht, die bei ungünstiger Einleitung der Dosiermenge zu einer schlechten Vermischung führt. Diese Drehbewegung wurde durch den vorhandenen Mischer nur wenig beeinflusst (Abb. 4).

Das numerische Modell

Die numerische Simulation erfolgte mit dem kommerziellen Programm ANSYS-CFX v12.1. Das Modell wurde als Volumenmodell mit einem CAD-Programm erstellt und mit einem Netzprogramm in fast 2 Millionen Elemente aufgeteilt, wobei die relevanten Bereiche der Zugabe und Vermischung feiner vernetzt wurden. Es wurde mit zwei Fluiden (Wasser und Kalkwasser) gerechnet. Die Fluide unterscheiden sich leicht in ihren Fluideigenschaften. Die Berechnung erfolgte als k-epsilon-Turbulenzmodell für die meisten Varianten als stationäres, aber auch für einige Varianten als transientes Modell. Als Einlauftrandbedingung wurde eine mittlere Geschwindigkeit angesetzt und als Auslauftrandbedingung ein mittlerer Druck. Die Rohrwand und die Edelstahloberfläche der Einbauten wurden als glatt angenommen.

Variantenuntersuchung

Aus den Erfahrungen, die bei der Optimierung der Chemikaliengabe und Einmischung im Wasserwerk Wienrode gesammelt wurden [2], konnten Vorschläge zur Gestaltung der Einmischung und Vermischung im Zuleitungsrohr des Wasserwerkes Gottleuba erarbeitet werden. Unter Berücksichtigung der Randbedingungen, u. a. des relativ kurzen Rohres, der Rohreinbau-

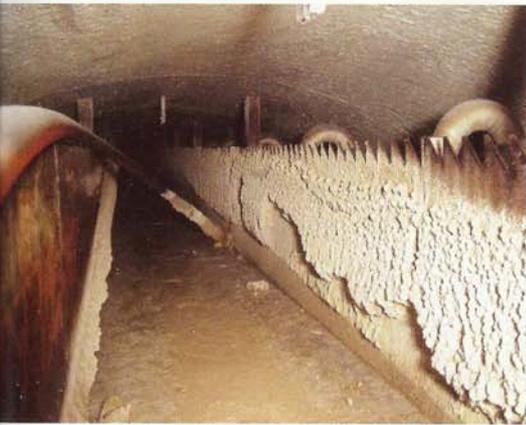


Abb. 2: Kalkausfällungen in der Wasserverteilungs-/Spülwasserinne des Filters 1

Ist-Analyse

Diese Zuführungsleitung weist eine Besonderheit auf, sie ist aufgrund der räumlichen Gegebenheiten mehrfach gekrümmt. In der Leitung war zudem noch ein ursprünglich für die Sicherung der Flockungsmittel einmischung

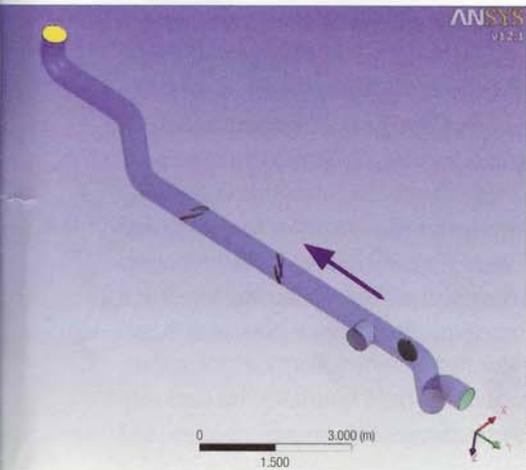


Abb. 3: Simulation des Ist-Zustandes

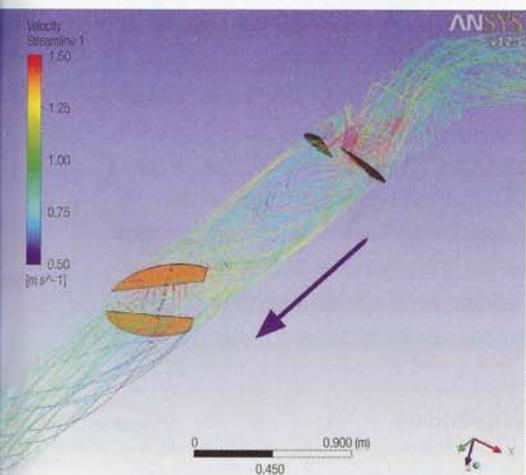


Abb. 4: Darstellung der Rotationsströmung mit Stromlinien

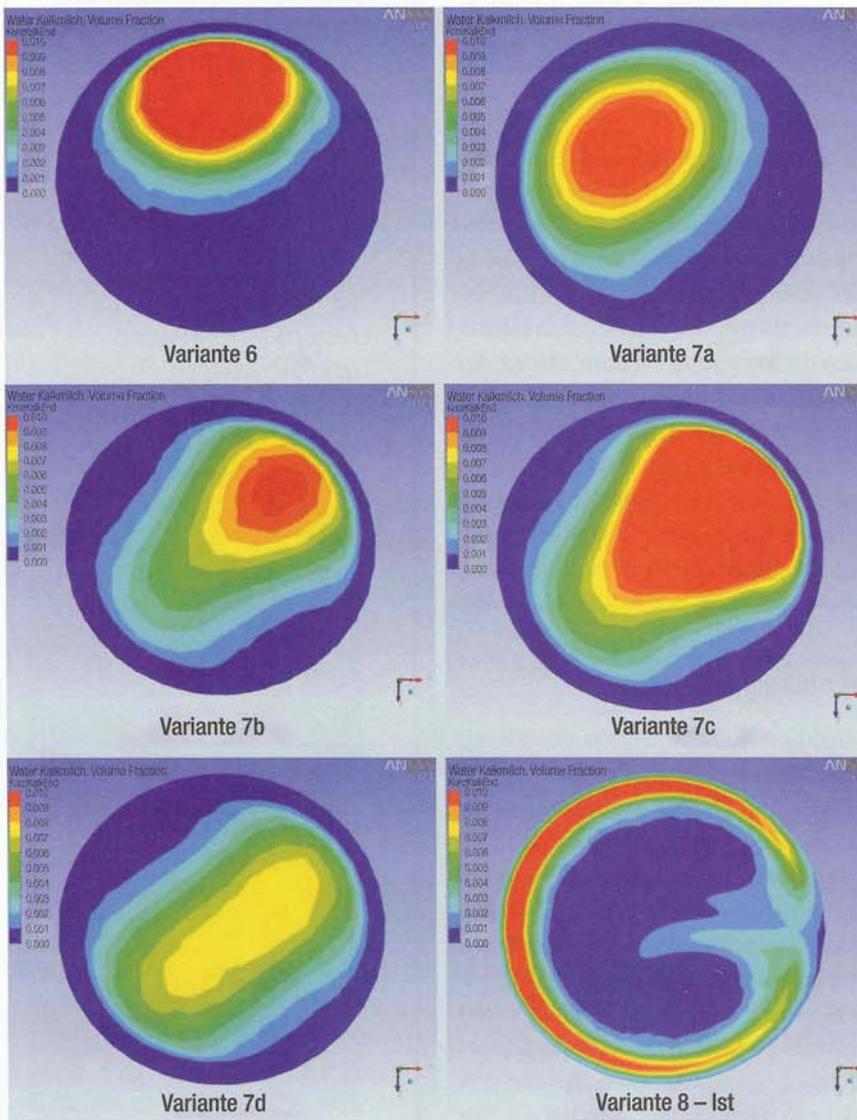


Abb. 5: Kalkmilchvermischung am Kontrollschnitt für die Vorzugsvarianten 6 und 7 und den Ist-Zustand (Variante 8)

ten und der Möglichkeiten des Austausches von Rohrelementen, konzentrierten sich die Vorschläge auf die Verwendung von ovalen Blenden mit der Anordnung der Dosierung im turbulenten Nachlaufbereich. Als Vorzugsvariante ergab sich der Einbau von zwei ovalen Blenden, horizontal und vertikal nacheinander eingebaut mit anschließender Dosierlanze zur Kalkwasserzugabe. Die Dosierlanze wurde als Krümmer so positioniert, dass die Einleitung direkt in der Rohrachse lag. Der Abstand wurde so gewählt, dass eine Rückströmung des Kalkwassers in den Strömungsschatten der Blenden vermieden wurde, aber die Zugabe wurde nah genug hinter der Blende positioniert, damit mit hoher Turbulenz eine schnelle Vermischung erfolgt. Getestet wurden verschiedene Einbauvarianten im numerischen Modell.

Die untersuchten Varianten zeigten, dass schon durch das Vertauschen der beiden Blenden ein Unterschied in der Vermischung nachzuweisen war. Die Empfindlichkeit des Systems hinsichtlich der Anordnung der Elemente konnte durch die Variantenuntersuchung aufgezeigt werden. **Abbildung 5** zeigt einen Auszug der Simulationsergebnisse einiger Varianten im Vergleich mit dem Ist-Zustand (Variante 8) als Schnittdarstellung der Konzentrationsverteilung der Chemikalie im Kontrollquerschnitt (**Abb. 5**).

Quelle: TU Dresden

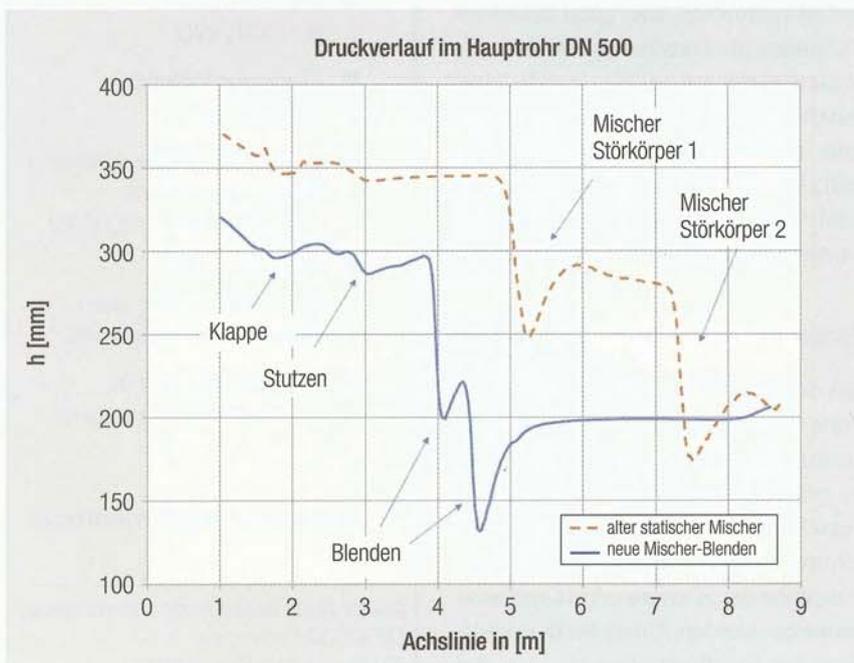


Abb. 6: Vergleich der Strömungsverluste zwischen Ist-Zustand und Endvariante

Eine wichtige Forderung bestand aufgrund der hydraulischen Verhältnisse darin, dass die Strömungsverluste im Vergleich zum bisherigen Zustand durch die neuen Einbauten nicht vergrößert werden. Mit einem Vergleich zwischen Ist-Zustand und Endvariante konnte die Einhaltung dieser Forderung nachgewiesen werden. Es stellten sich sogar geringere Strömungsverluste beim neuen Mischer gegenüber dem statischen Mischer ein (**Abb. 6**).

Quelle: TU Dresden

Ergebnisse

Im Ergebnis hydraulischer Berechnungen konnte gezeigt werden, dass es möglich ist, die Strömungsverhältnisse

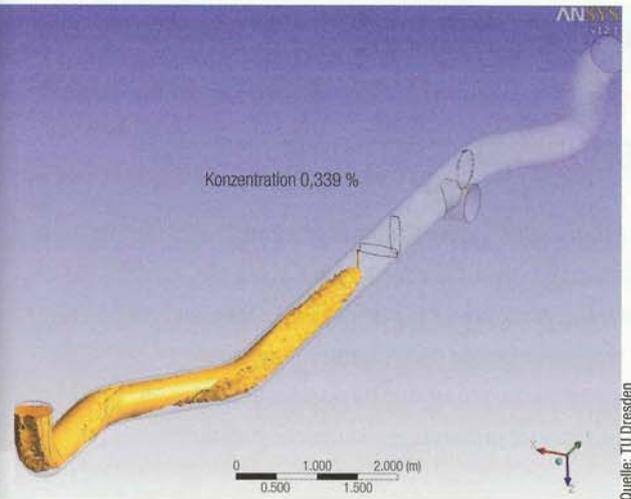


Abb. 7: Strömung in der Zuführungsleitung zur zweiten Filterstufe bei Einsatz eines Vormischers vor der Kalkwasserdosierstelle

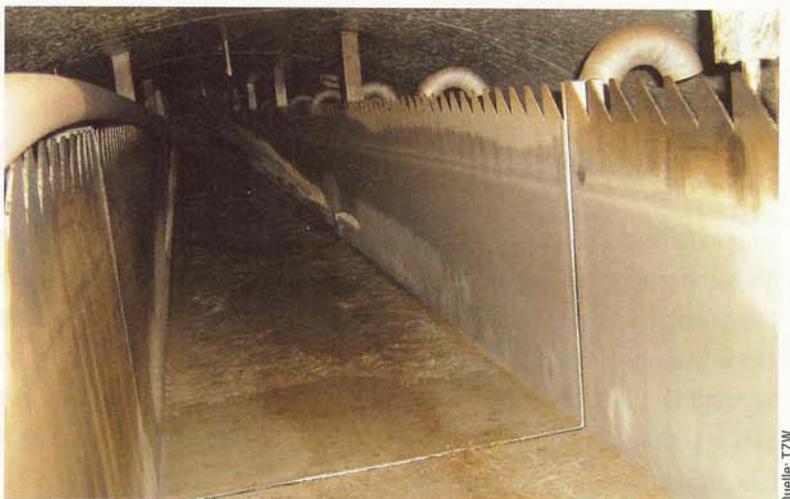


Abb. 8: Wasserverteilungs-/Spülwasserinne des Filters 1 zwölf Monate nach Einbau des neuen Mischers

se so zu gestalten, dass bei der Einmischung kein hochkonzentriertes Kalkwasser an die Rohrwand gelangt. Die Vermischung findet schnell und weitgehend in der Mitte der Rohrleitung statt, wobei eine Bewegung der Kalkwasserfahne um die bzw. entlang der Rohrachse erfolgt (Abb. 7).

Auf Grundlage der Berechnungsergebnisse wurden die Mischelemente (Blenden) angefertigt und eingebaut. Nach einjährigem Betrieb wurden sowohl die Leitung als auch ein Filter zur Kontrolle geöffnet. Hierbei zeigte sich, dass die Leitung und die Verteilungsrinne in dem kontrollierten Filter weitestgehend ablagefrei waren (Abb. 8).

Die positiven Ergebnisse zeigen, dass der Einsatz eines Vormischers zur Verhinderung der Bildung von Kalkablagerungen bei der Dosierung von Kalkwasser und Natronlauge auch in mehrfach gekrümmten Leitungen möglich ist. Voraussetzung hierfür ist die Ermittlung der optimalen Dosierstelle und die spezielle Auslegung der Mischelemente. Dazu eignet sich eine Optimierung mit Hilfe der numerischen Strömungssimulation. Sie erlaubt eine einfache Variantenuntersuchung, vergleichende Betrachtungen hinsichtlich der hydraulischen Eigenschaften und quantitative Aussagen zu relevanten Größen, wie Druckverlusten, Geschwindigkeiten und prozentuale Vermischung. ■

Literatur:

[1] E. Heinemann, K. Liebrecht: Verbesserung der Vermischung bei der Natronlagedosierung. gwf Wasser Abwasser, 142 (2001), 222-229.
 [2] D. Aigner, A. Mathias, J. Kunau: Optimierung der Chemikalieneinmischung im Wasserwerk Wienrode. DVGW energie | wasser-praxis, 61. Jahrgang, 9/2010, 24-27.

Die Autoren

Dr.-Ing. Burkhard Wricke ist Leiter der Außenstelle des DVGW-Technologiezentrum Wasser Karlsruhe, Arbeitsschwerpunkt: Trinkwasseraufbereitung und -verteilung.

apl. Prof. Dr.-Ing. Detlef Aigner ist Hochschullehrer an der TU Dresden und Laborleiter im Hubert-Engels-Labor.

Dipl.-Ing. Norbert Müller ist Gruppenleiter Anlagen Wasser/Abwasser der ENSO NETZ GmbH.

Kontakt:

Dr.-Ing. Burkhard Wricke
 DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW)
 Wasserwerkstr. 2, 01326 Dresden
 Tel.: 0351 85211-0
 E-Mail: burkhard.wricke@tzw.de
 Internet: www.tzw.de

apl. Prof. Dr.-Ing. Detlef Aigner
 TU Dresden
 Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik
 George-Bähr-Str. 1, 01069 Dresden
 Tel.: 0351 463-34725
 E-Mail: detlef.aigner@tu-dresden.de
 Internet: www.tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_bauingenieurwesen/iwd

Dipl.-Ing. Norbert Müller
 ENSO NETZ GmbH
 Friedrich-List-Platz 2, 01069 Dresden
 Tel.: 0351 468-4270
 E-Mail: norbert.mueller@enso.de
 Internet: www.enso-netz.de