

# Oberflächenbehandelte Leiterseile und ihre Auswirkung auf die Lärmreduktion

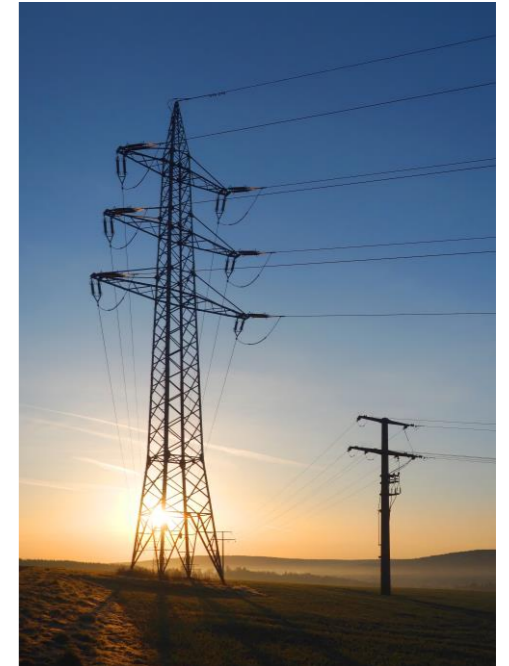
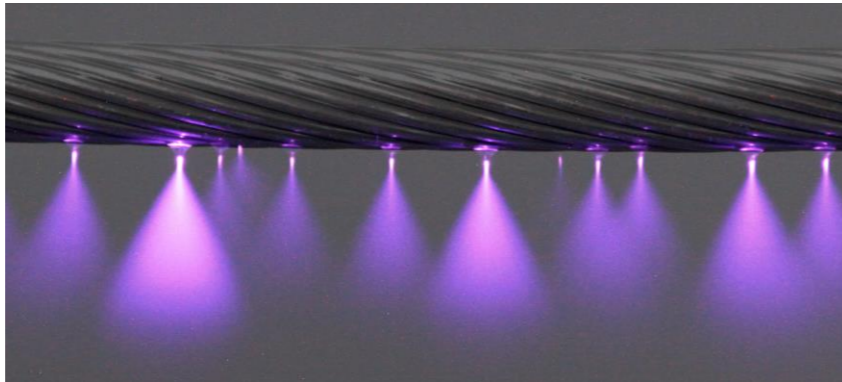
Oliver Pischler, Uwe Schichler  
Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement  
Technische Universität Graz

Wissenschaftsdialog-Webinar der Bundesnetzagentur  
24. September 2020

# Koronainduzierte Geräuschemissionen – Entstehungsmechanismen

## Physikalische Hintergründe

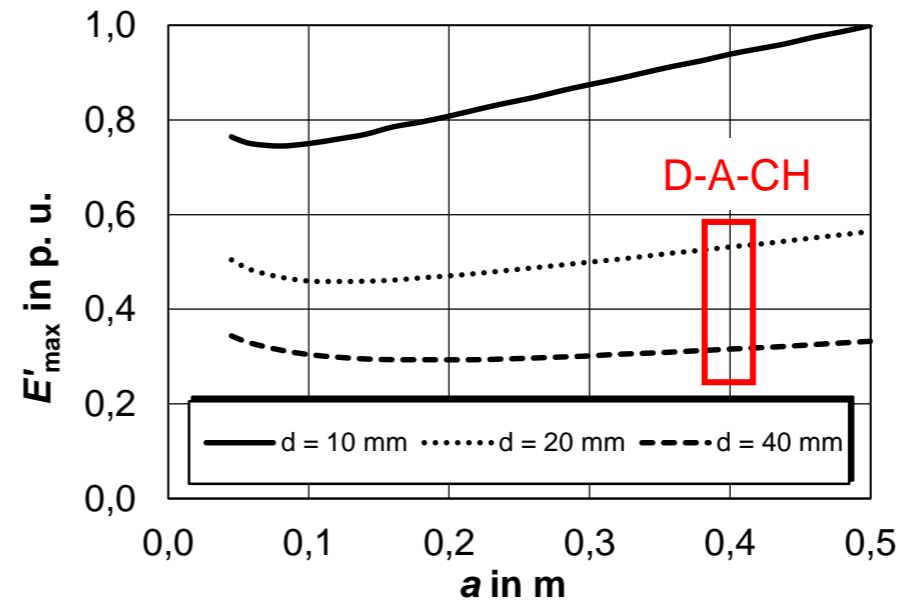
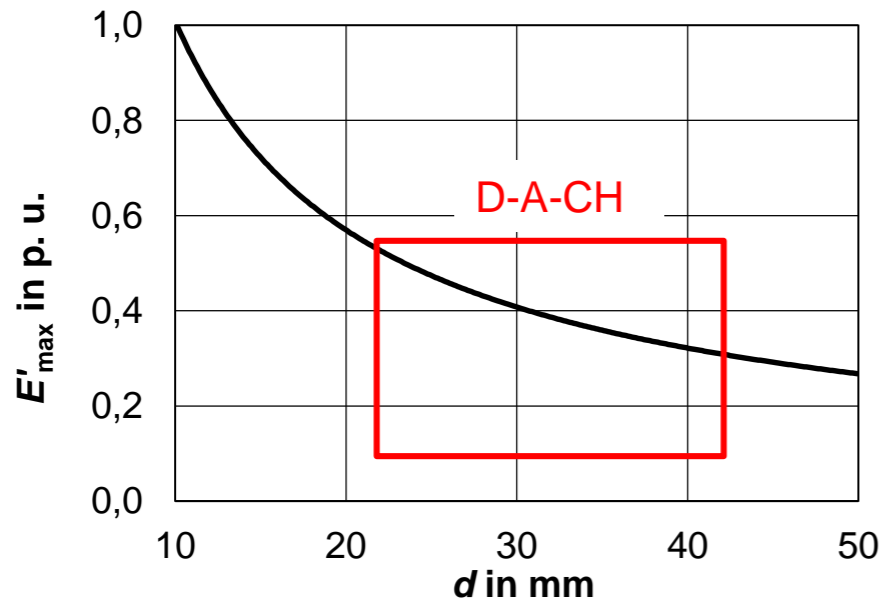
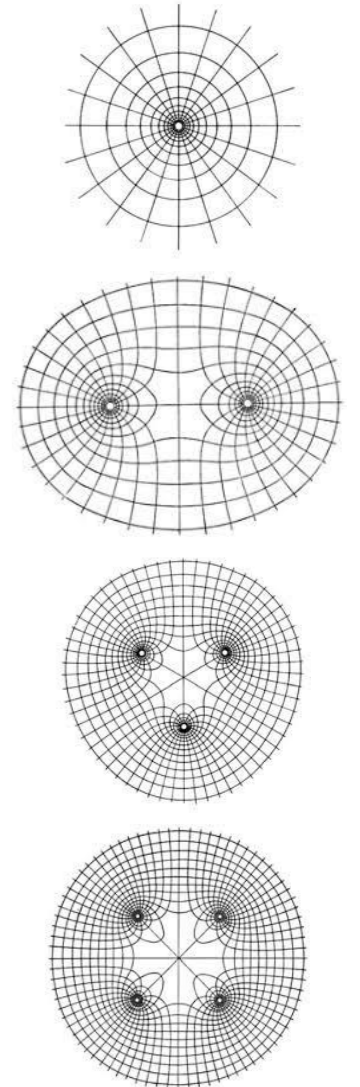
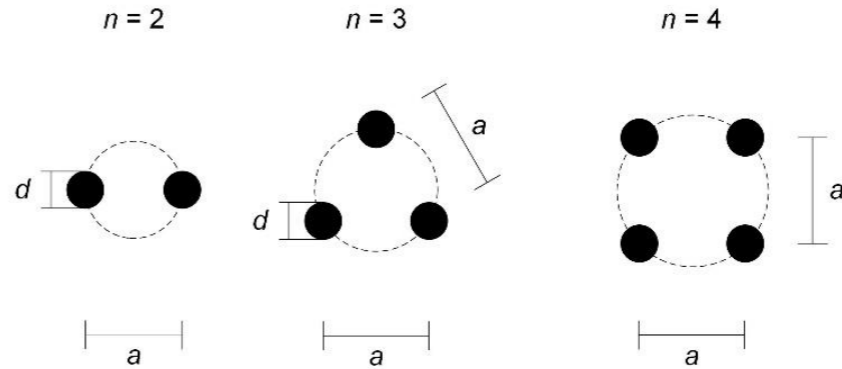
- Geräuschemissionen sind eine Folge von elektrischen Entladungen entlang der Leiterseiloberfläche
- Elektrische Entladungen (Korona) treten an Punkten erhöhter elektrischer Leiterrandfeldstärken auf
- Elektrische Entladungen  $\Rightarrow$  lokale Erwärmung der umgebenden Luft  $\Rightarrow$  Anregung von Schallwellen  $\Rightarrow$  breitbandiges Geräusch
- Schlechtes Wetter (Regen, Nebel, Schnee)  $\Rightarrow$  Anlagerung von Wassertropfen  $\Rightarrow$  Überhöhung der Leiterrandfeldstärken  $\Rightarrow$  Geräuschentwicklung



# Koronainduzierte Geräuschemissionen – Abhilfemaßnahmen (I)

## Reduktion der Leiterrandfeldstärke $E$

- Übertragungsnetz  $\Rightarrow$  Bündelleiter
  - Vergrößerung der Teilleiterdurchmesser  $d \left( \sim \frac{U}{r} \right)$
  - Vergrößerung der Teilleiteranzahl  $n$
  - Reduktion des Teilleiterabstands  $a$



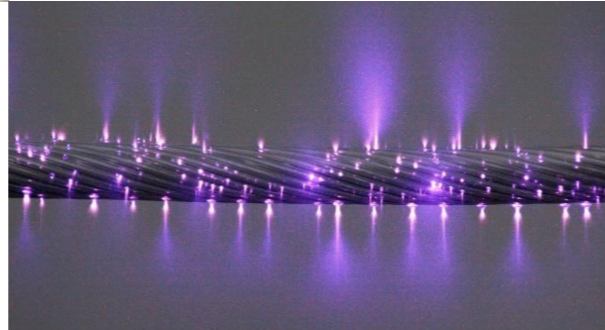
## Koronainduzierte Geräuschemissionen – Abhilfemaßnahmen (II)

### Oberflächenbehandlungen

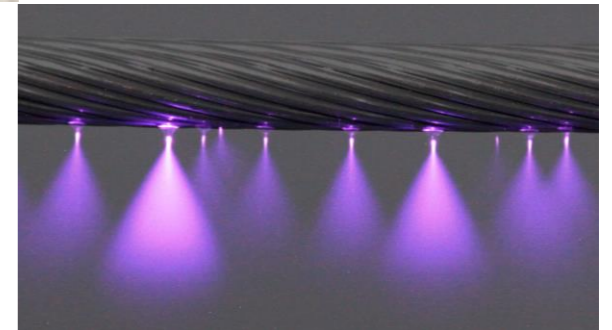
- Hydrophile Oberflächenbehandlungen  $\Rightarrow$  bessere Benetzbarkeit  $\Rightarrow$  weniger Wassertropfen  $\Rightarrow$  weniger Koronaentladungen
  - Betriebsgealterte Leiterseile  $\Rightarrow$  hydrophil durch natürliche Oberflächenerosion (ca. 2 – 4 Jahre)
  - Neue (blanke) Leiterseile  $\Rightarrow$  nicht hydrophil
  - Hydrophile Oberflächenbehandlungen zur Geräuschreduktion ab Inbetriebsetzung  $\Rightarrow$  **Strahlverfahren (z. B. Glasperlen, Sand), hydrophile Beschichtungen (Farben)**



**Blanke  
Aluminiumoberfläche**



**Hydrophile  
Aluminiumoberfläche**



# Geräuschemissionsverhalten hydrophiler Freileitungsseile

## Fragestellungen

- Unterschied zu blanken Standardleiterseilen?
- Leistungsfähigkeit und Einschränkungen hydrophiler Oberflächenbehandlungen?
- Einfluss der Bündelgeometrie und des Leiterseildurchmessers?

## Herausforderungen

- *Hydrophil 1  $\neq$  Hydrophil 2*
- *Hydrophil  $\neq$  Oberflächenbehandelt*
- *Gealtert  $\neq$  Hydrophil*

⇒ Experimentelle Untersuchungen nötig



## Nachweis der hydrophilen Eigenschaften

### Parameter

- Regenraten von 1 – 20 mm/h
- Randfeldstärken von 6 – 26 kV/cm

### Messgrößen

- Schalldruckpegel  $L_A$  (Immissionsgröße)
- Schalleistungspegel  $A'_A$  (Emissionsgröße)
- Optische Untersuchungen
- Teilentladungsmessung (RIV)



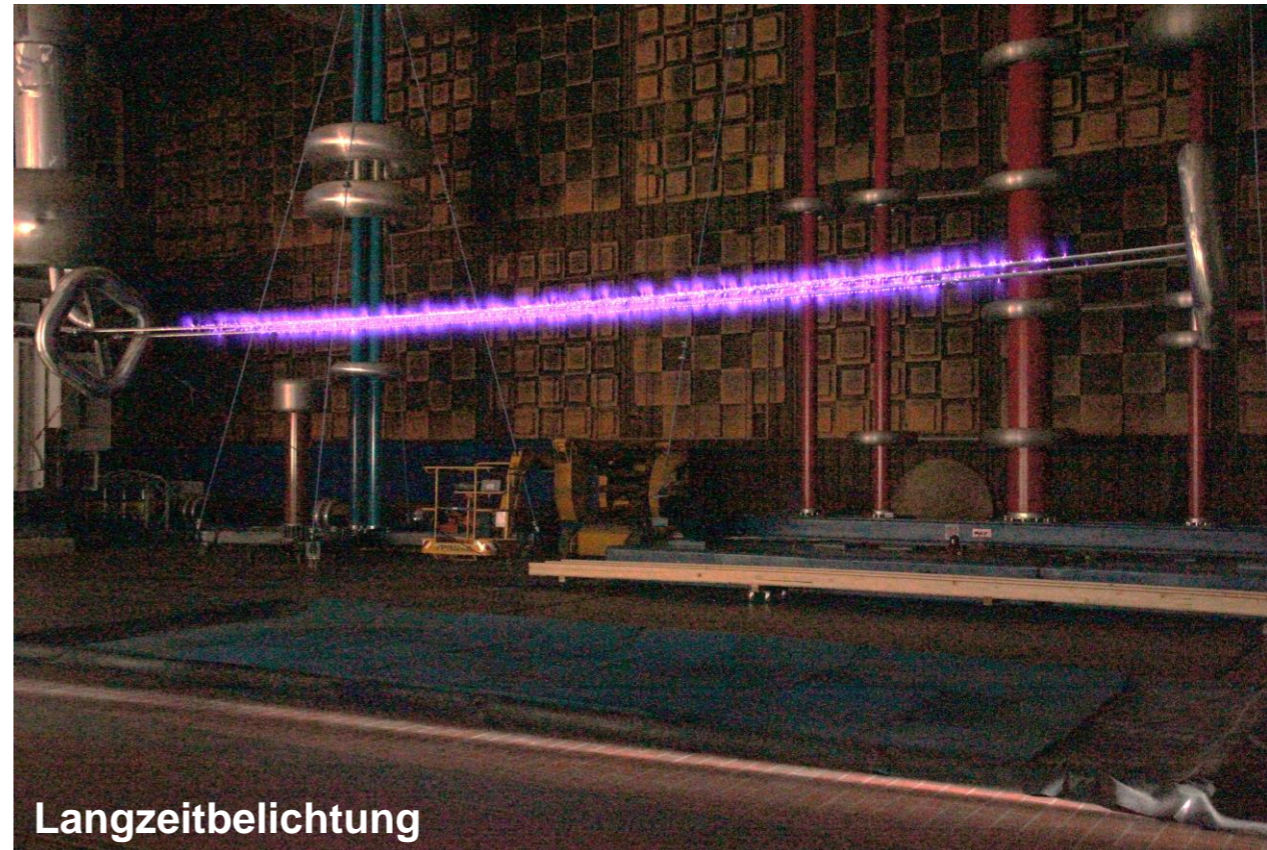
# Nachweis der hydrophilen Eigenschaften

## Parameter

- Regenraten von 1 – 20 mm/h
- Randfeldstärken von 6 – 26 kV/cm

## Messgrößen

- Schalldruckpegel  $L_A$  (Immissionsgröße)
- Schalleistungspegel  $A'_A$  (Emissionsgröße)
- Optische Untersuchungen
- Teilentladungsmessung (RIV)



## Ergebnisse – Feldstärkeabhängiges Verhalten

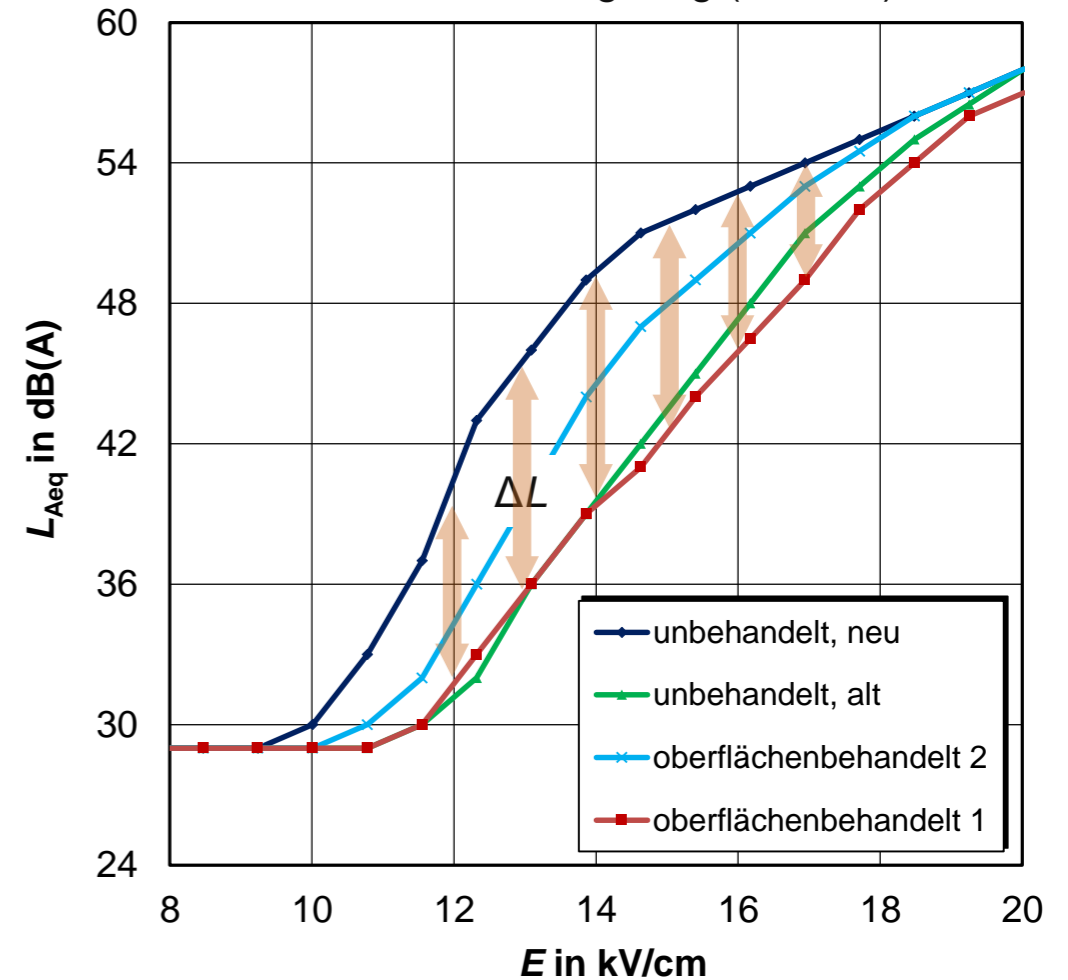
### Hintergrund

- Exposition während Dauerregen

### Zentrale Erkenntnisse

- Signifikante Geräuschreduktion durch hydrophile Leiterseile  
⇒ bis ca.  $\Delta L = 10$  dB(A) möglich
- Oberflächenbehandelte Leiterseile können Emissionspegel gealterter Seile erreichen
- Teilweise große Unterschiede zwischen Oberflächenbehandlungen
- Geräuschreduktion ist die Folge des feldstärkeabhängigen Geräuschemissionsverhaltens  
⇒ Pegeldifferenz nimmt mit steigender Randfeldstärke ab

**Spannungsstufenversuch**  
Konstante Beregnung (6 mm/h)





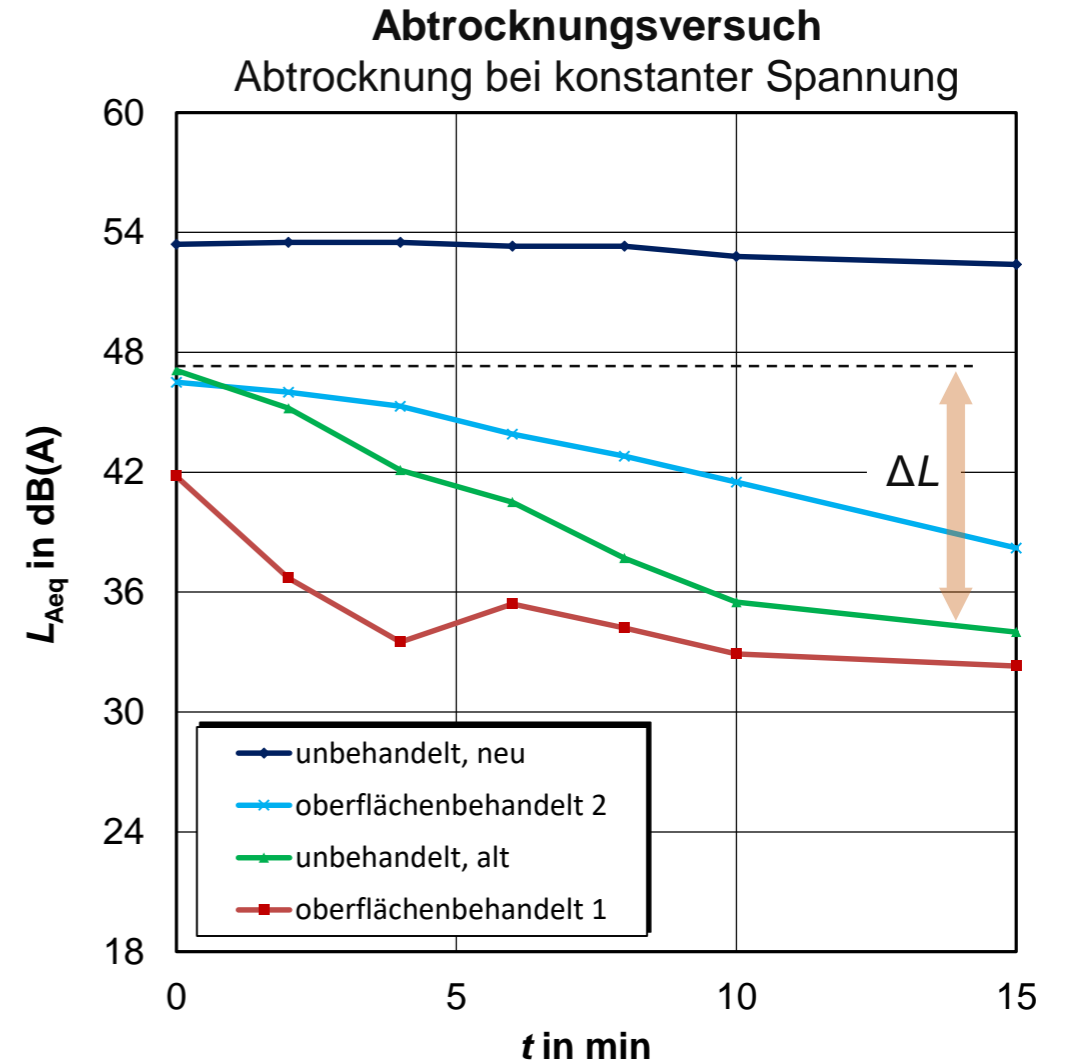
# Ergebnisse – Abtrocknungsverhalten

## Hintergrund

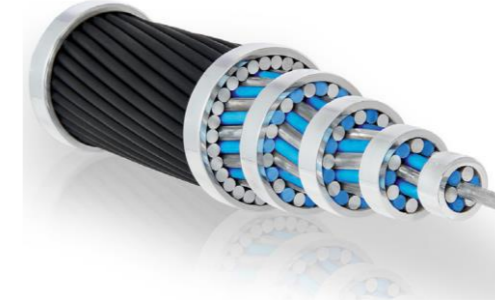
- Verhalten nach Abklingen des Regenschauers
- Maskierendes Regengeräusch fehlt

## Zentrale Erkenntnisse

- Vorteilhaftes Abtrocknungsverhalten durch hydrophile Leiterseile
  - ⇒ Geringere Ausgangspegel
  - ⇒ Schnellere Abtrocknung
- Wiederum große Unterschiede zwischen hydrophilen Oberflächen
- Abtrocknungsvorgang von Randfeldstärke abhängig  
In Beispiel ⇒  $\Delta L = 13 \text{ dB(A)}/15 \text{ min}$



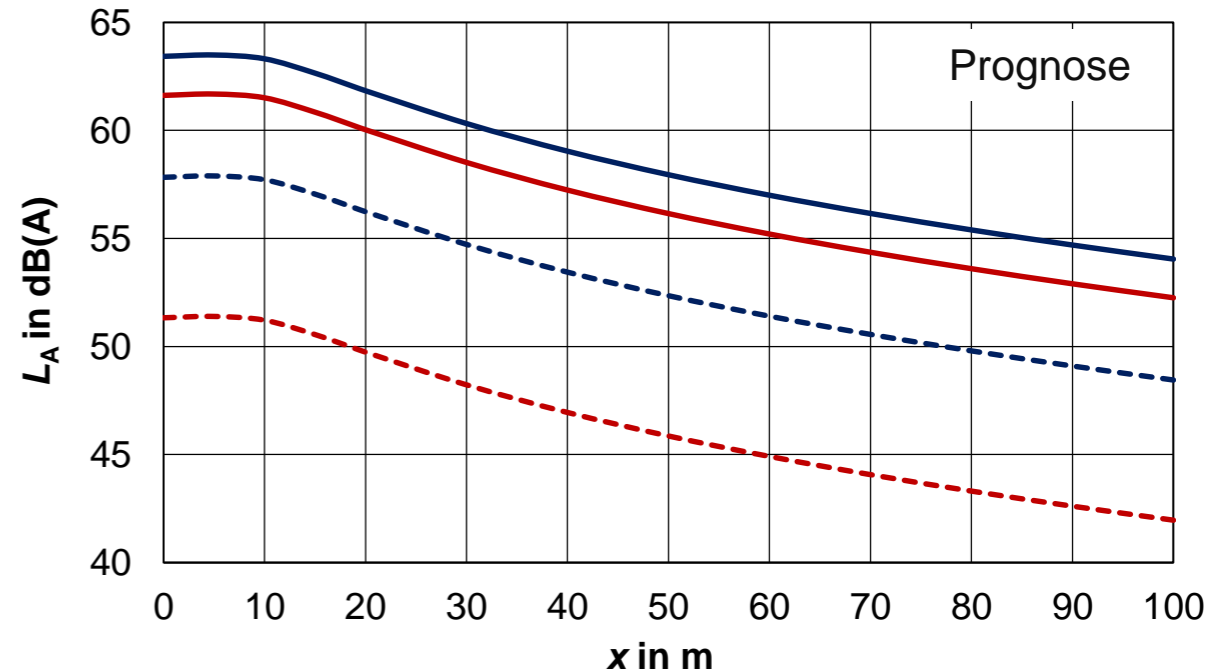
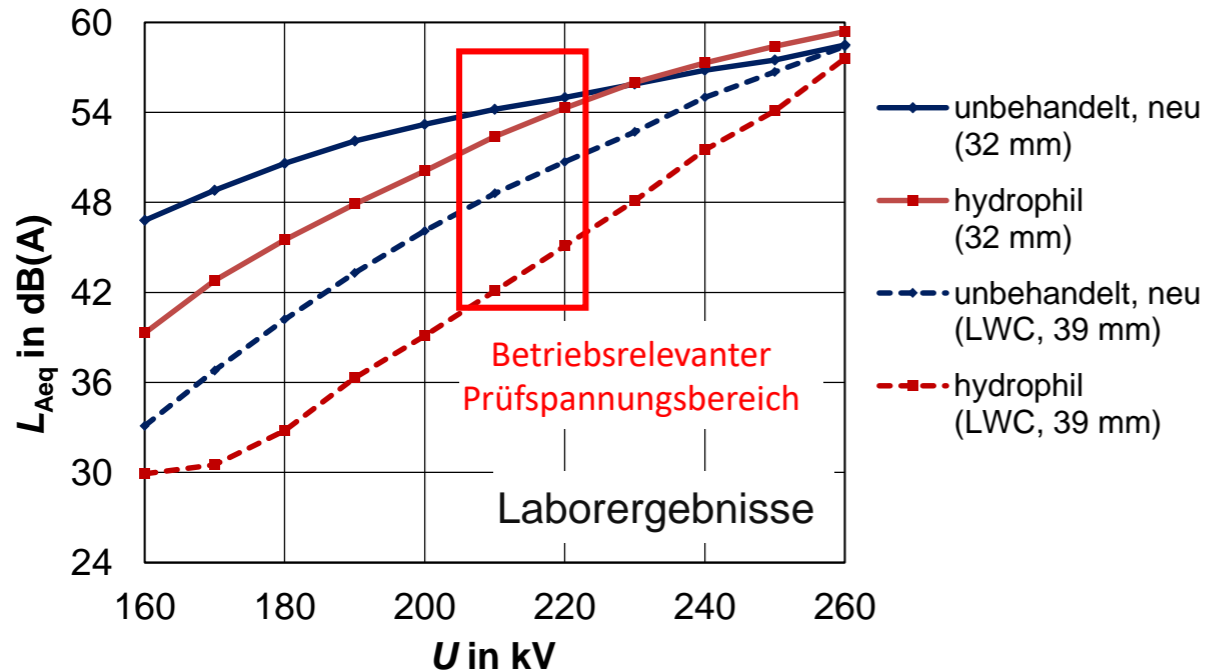
# Geräuschreduktion durch Optimierung der Randfeldstärke



## Optimierung der Bündelgeometrie zur Randfeldstärkereduktion

- Erhöhung der Teilleiteranzahl
- Erhöhung der Teilleiterdurchmesser
- Reduktion des Teilleiterabstands
- Einfluss auf Zusatzlasten bzw. Maststatik ist zu beachten

### Beispiel: Kunststofffülldrähte (LWC)



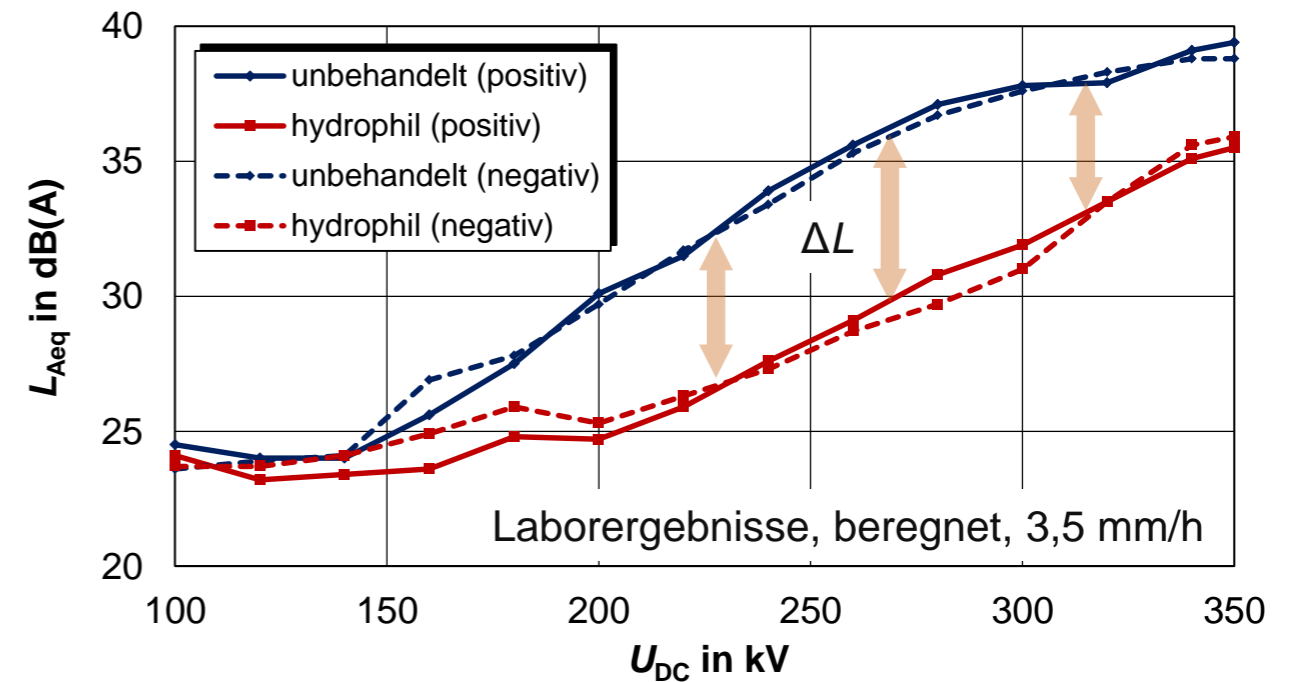
# Hydrophile Leiterseile bei Gleichspannung bzw. Hybridfreileitungen

## Geräuschemissionen bei DC

- Oftmals höhere Betriebsrandfeldstärken als bei AC
- In der Praxis  $\Rightarrow$  höchste Emissionspegel im trockenen Zustand
- Emissionspegel bei Beregnung wesentlich geringer als bei AC

## Hydrophile Leiterseile bei Gleichspannung

- Potenzial zur Geräuschreduktion  $\Rightarrow$  nur bei Beregnung
- Pegelreduktion tendenziell geringer als bei AC  
 $\Rightarrow$  bis ca.  $\Delta L = 6$  dB(A) möglich



## Zusammenfassung und Ausblick

- Hydrophile Leiterseile unterscheiden sich im feldstärkeabhängigen Geräuschemissionsverhalten von blanken, neuen Leiterseilen.
- Oberflächenbehandelte Leiterseile können die Emissionspegel stark gealterter Leiterseile erreichen.
- In Laborversuchen erreichte Reduktion: bis zu 10 dB(A) bei AC  
bis zu 13 dB(A) / 15 min bei AC-Abtrocknung  
bis zu 6 dB(A) bei DC
- Die gegenüber blanken Leiterseilen erzielte Pegelreduktion ist stark von der elektrischen Betriebsrandfeldstärke abhängig.
- Die Optimierung der Bündelgeometrie kann helfen, die Wirksamkeit von Oberflächenbehandlungen zu verbessern.
- Es existieren große Unterschiede zwischen unterschiedlichen Oberflächenbehandlungen.
- Die Wirksamkeit oberflächenbehandelter Leiterseile ist derzeit nur mit Labormessungen festzustellen.
- Um eine gemeinsame Basis für Netzbetreiber, Leiterseilhersteller und Genehmigungsbehörden zu schaffen, bedarf das Thema der hydrophilen Oberflächenbehandlungen einer dringenden Standardisierung.