

# Wundheilung beim diabetischen Patienten

Clara Richter und Manuel Schürmann und Prof. Jürg Hafner

# Inhalt

1. Physiologie Wundheilung
2. Wundheilung bei Diabetes mellitus
3. Neues aus der Forschung



# Physiologie Wundheilung

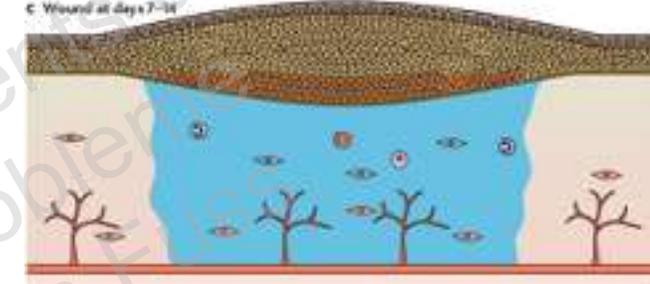
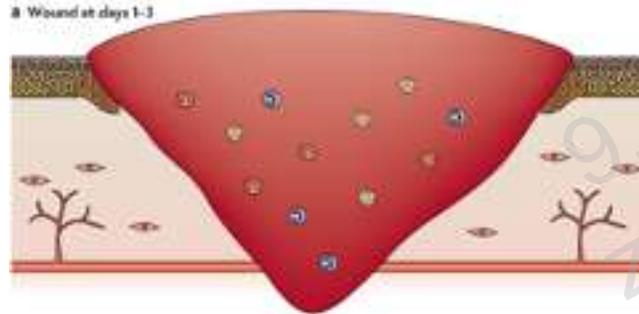
9. Balgrist Symposium  
zum Diabetischen Fuss  
Praxis des Débridements und  
neurologische Probleme  
beim diabetischen Fuss

# Physiologie Wundheilung

Entzündung  
Tag 1 - 4

Zellteilung/ Gewebeneubildung  
Tag 2 - 16

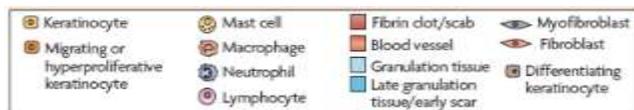
Gewebeumbau  
Tag 5 - 25



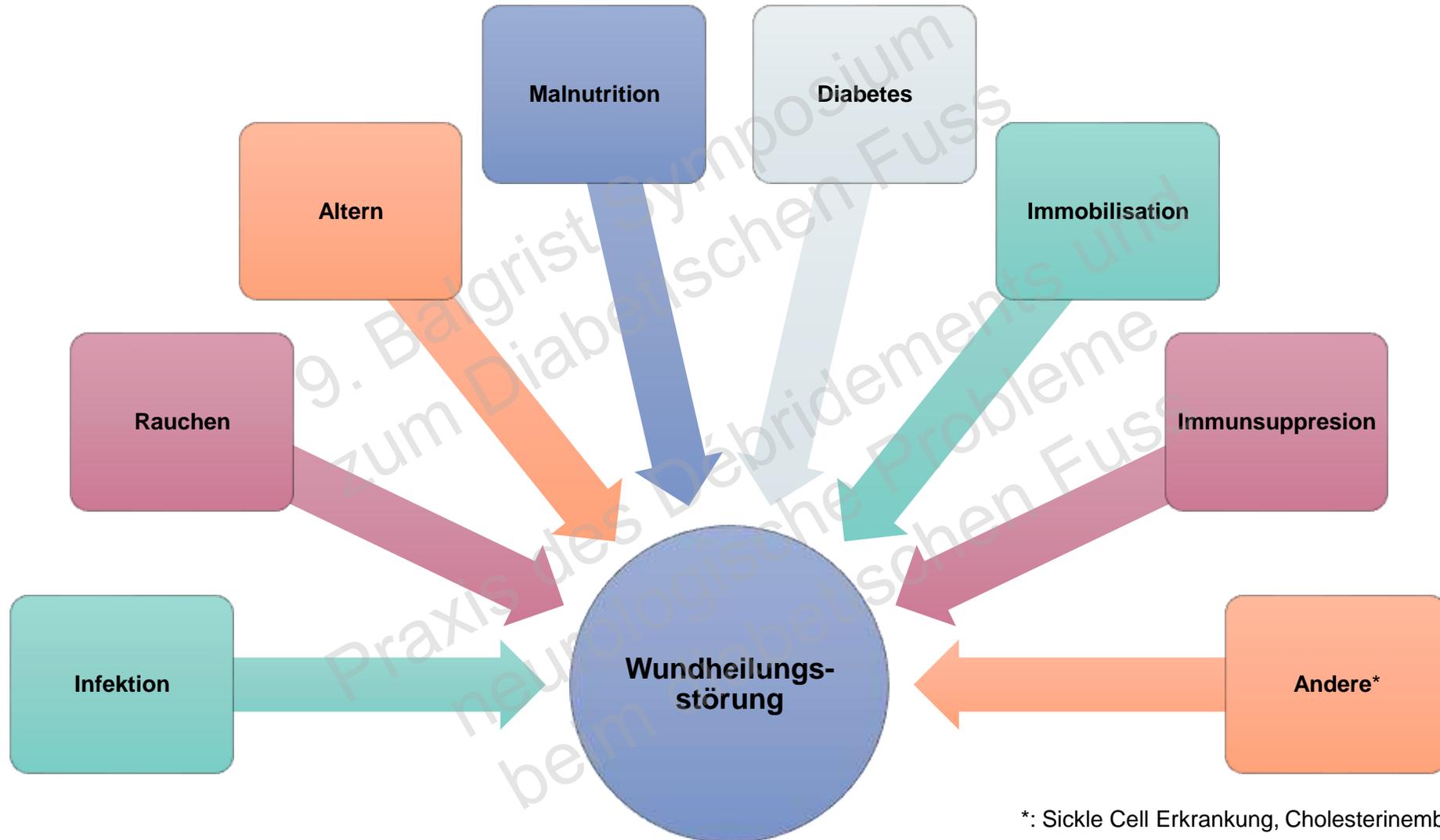
Blutgerinnung und Bildung eines Blutgerinnsels  
Einwanderung von Immunzellen

Reepithelialisierung  
Bildung von Granulationsgewebe

Übergang von Granulationsgewebe in Narbengewebe



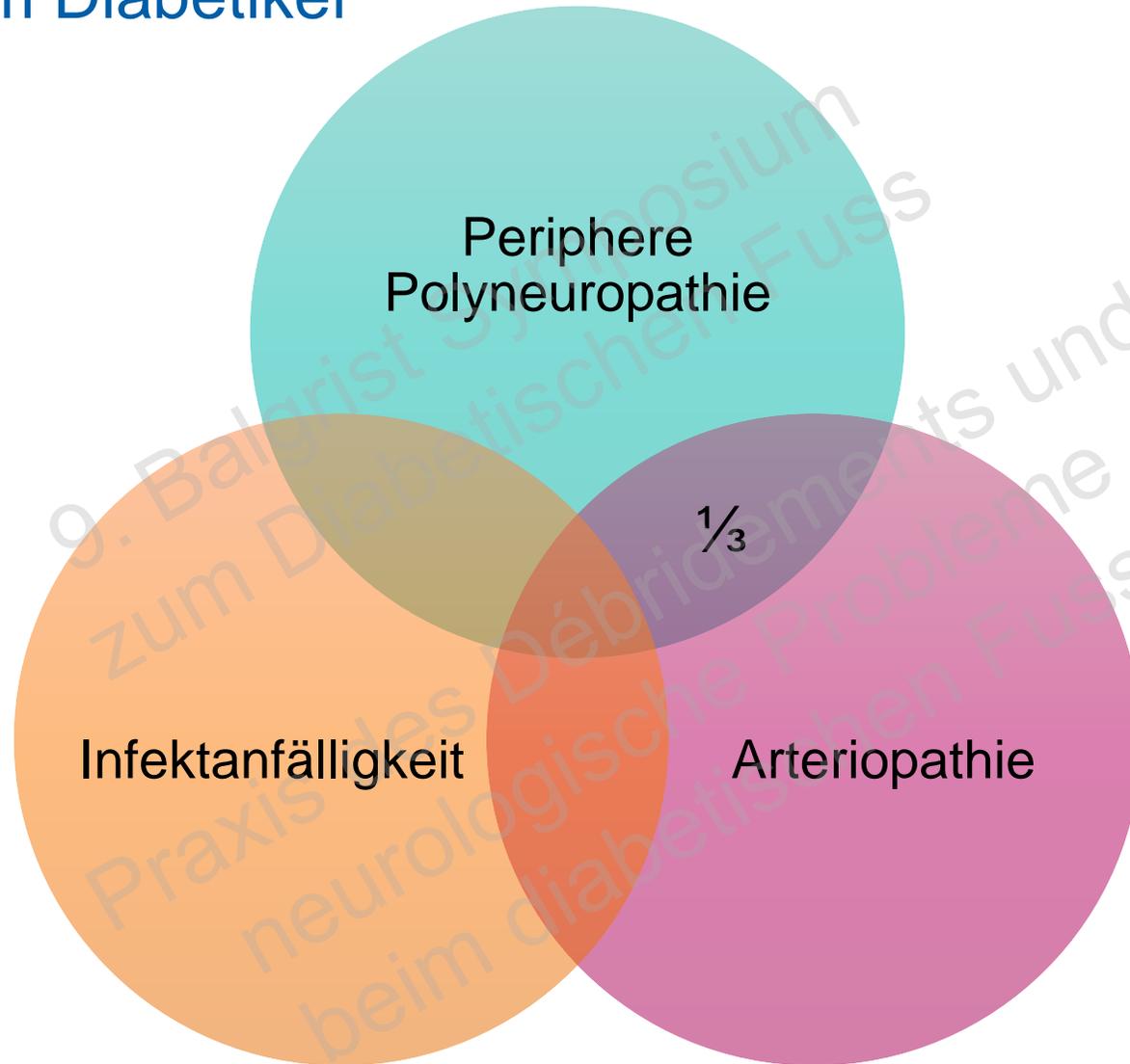
# Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen



# Wundheilung bei Diabetes mellitus

9. Balgrist Symposium  
zum Diabetischen Fuss  
Praxis des Débridements und  
neurologische Probleme  
beim diabetischen Fuss

# Wundheilung beim Diabetiker



# Arteriopathie

Diabetische Mikroangiopathie

Diabetische Makroangiopathie

Mönckeberg Sklerose

Durch diese Veränderungen insgesamt Verlust von Compliance und Elastizität der Arterienwand



# Neuropathischer Fuss

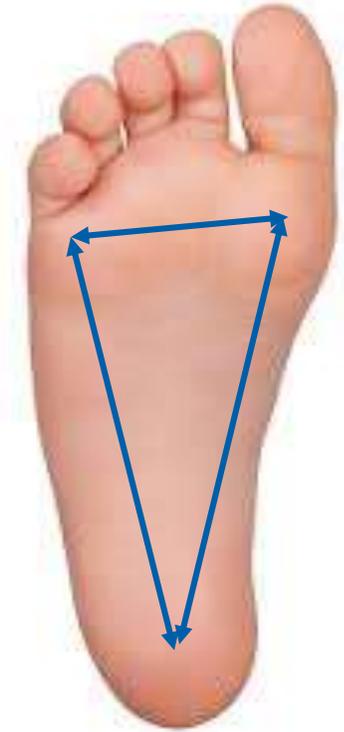
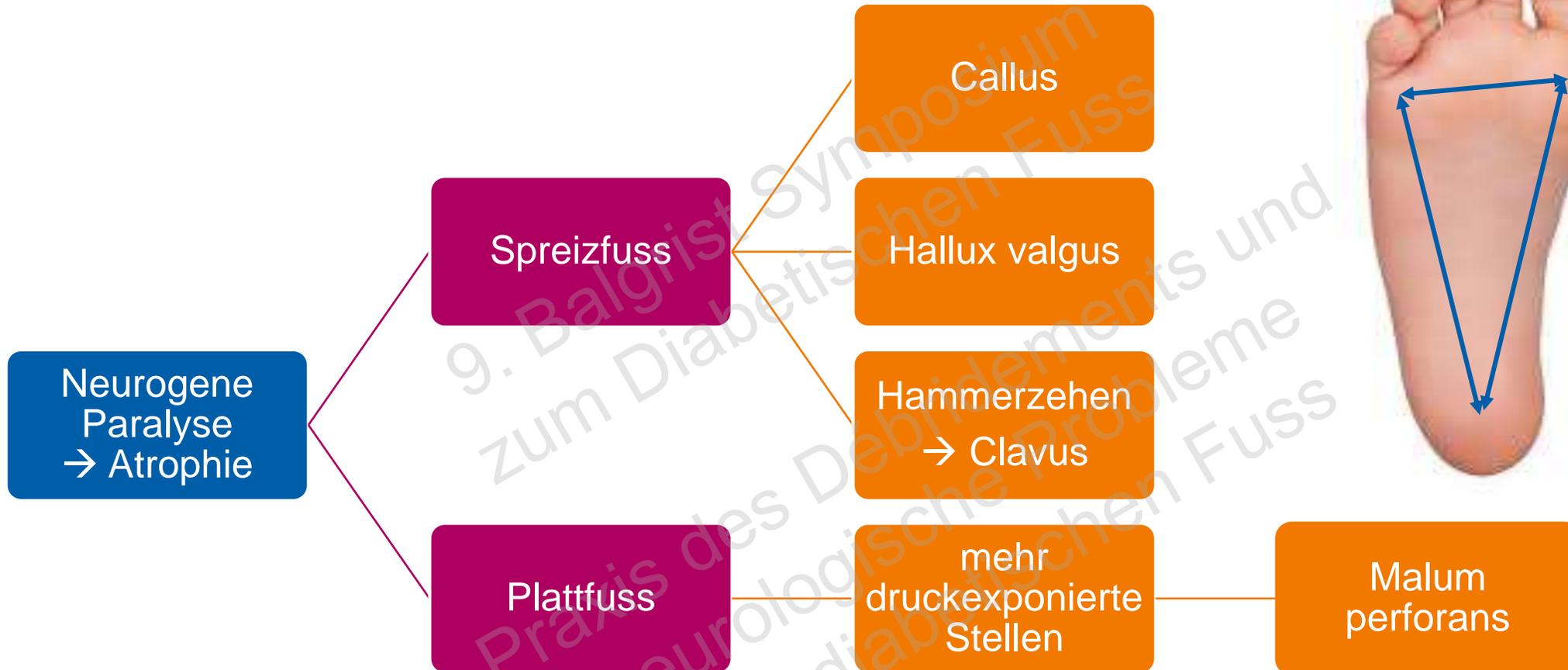
Mit Diabetes assoziierte Neuropathie betrifft **motorische, sensorische** und **autonome** Nerven



Dt Ärztebl 1996; 93: A-963-968

Bowering CK. Diabetic foot ulcers. Pathophysiology, assessment, and therapy. Can Fam Physician. 2001 May;47:1007-16. PMID: 11398715; PMCID: PMC2018500.

# Motorische Denervierung



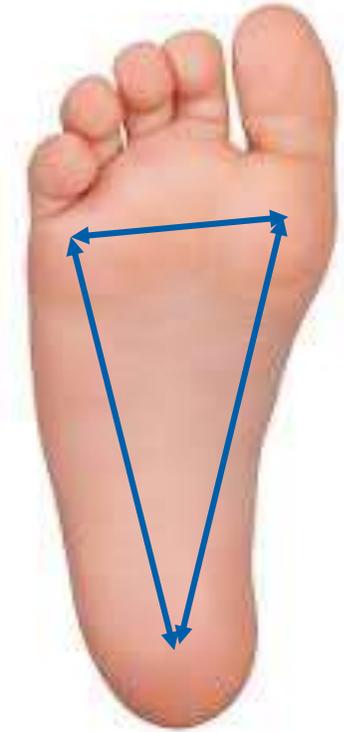
# Motorische Denervierung



Courtesy of T. Böni



Courtesy of T. Böni



# Sensible Denervierung

Gemischt neuropathisch-arteriopathischer Typ vom diabetischen Fussyndrom



# Autonome Denervierung



Anhidrose  
→ Trockene Haut, Fissuren



kutane AV-Shunts  
→ rosa rote Haut

# Zusammenfassung Neuropathischer Fuss

## Motorische Fasern denerviert:

- Kurze Fussmuskeln atrophisieren
- Spreizfuss, Hallux valg., Hammerz.
- Exposition Metatarsale II und III

## Sensible Fasern denerviert:

- Druckstellen werden nicht bemerkt
- Schwielen (Callus)
- hämorrhagische Blase
- Malum perforans

## Autonome Fasern denerviert:

- Trockene Fusssohlen
- Hyperämie



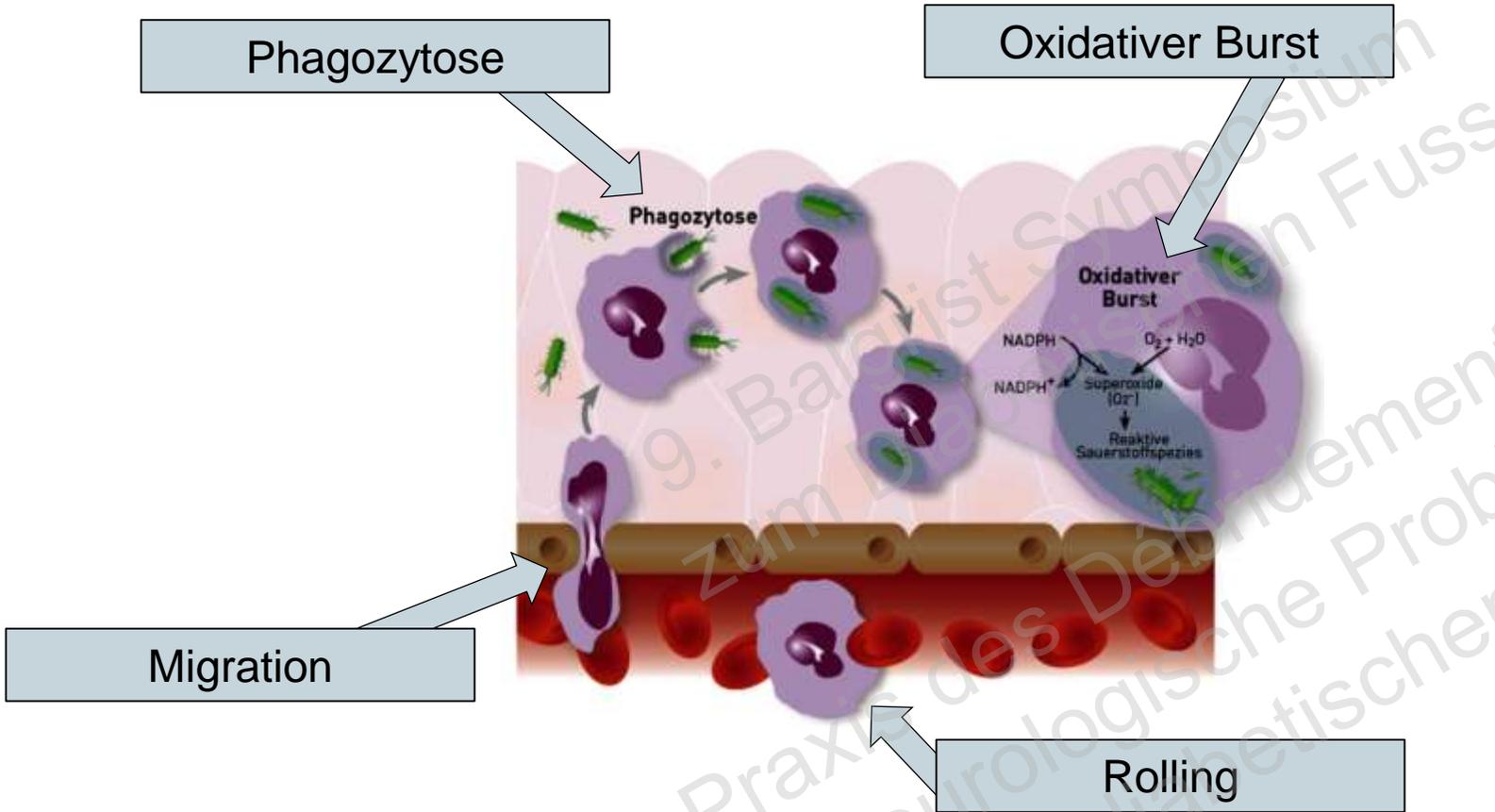
Courtesy of T.Böni

# Zusammenfassung Neuropathischer Fuss

Der neuropathische Fuss heilt, trotz oft optimaler Einstellung aller Kofaktoren, schlecht



# Verminderte Infektabwehr



Alba-Loureiro TC, Munhoz CD, Martins JO, Cerchiaro GA, Scavone C, Curi R, Sannomiya P. Neutrophil function and metabolism in individuals with diabetes mellitus. *Braz J Med Biol Res.* 2007 Aug;40(8):1037-44. doi: 10.1590/s0100-879x2006005000143. PMID: 17665039.  
Nielson CP, Hindson DA. Inhibition of polymorphonuclear leukocyte respiratory burst by elevated glucose concentrations in vitro. *Diabetes.* 1989 Aug;38(8):1031-5. doi: 10.2337/diab.38.8.1031. PMID: 2753233.

## Verminderte Infektabwehr



# Neues aus der Forschung

9. Balgrist Symposium  
zum Diabetischen Fuss  
Praxis des Débridements und  
neurologische Probleme  
beim diabetischen Fuss

# Neues aus der Forschung

Haut ist ein dicht innerviertes Organ mit Nervenbündeln in intakter als auch heilender Haut

Gliazellen spielen in der Wundheilung eine wichtige Rolle



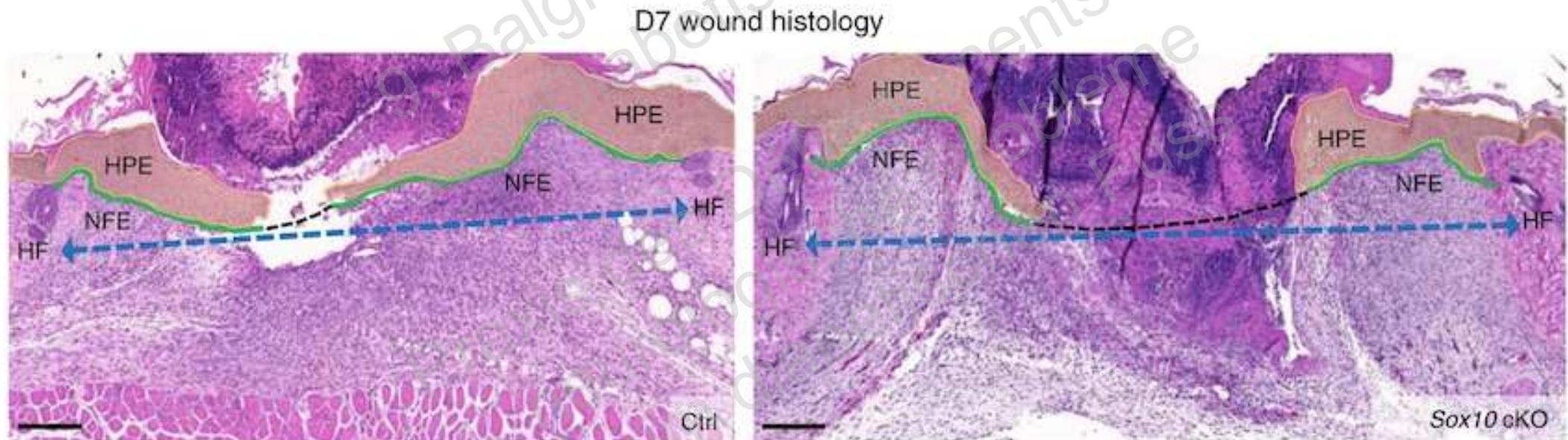
Parfejevs, V., Debbache, J., Shakhova, O. *et al.* Injury-activated glial cells promote wound healing of the adult skin in mice. *Nat Commun* 9, 236 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01488-2>

# Neues aus der Forschung

Gliazellen werden durch Verletzung aktiviert und breiten sich im Granulationsgewebe aus

Bei Fehlen von Gliazellen

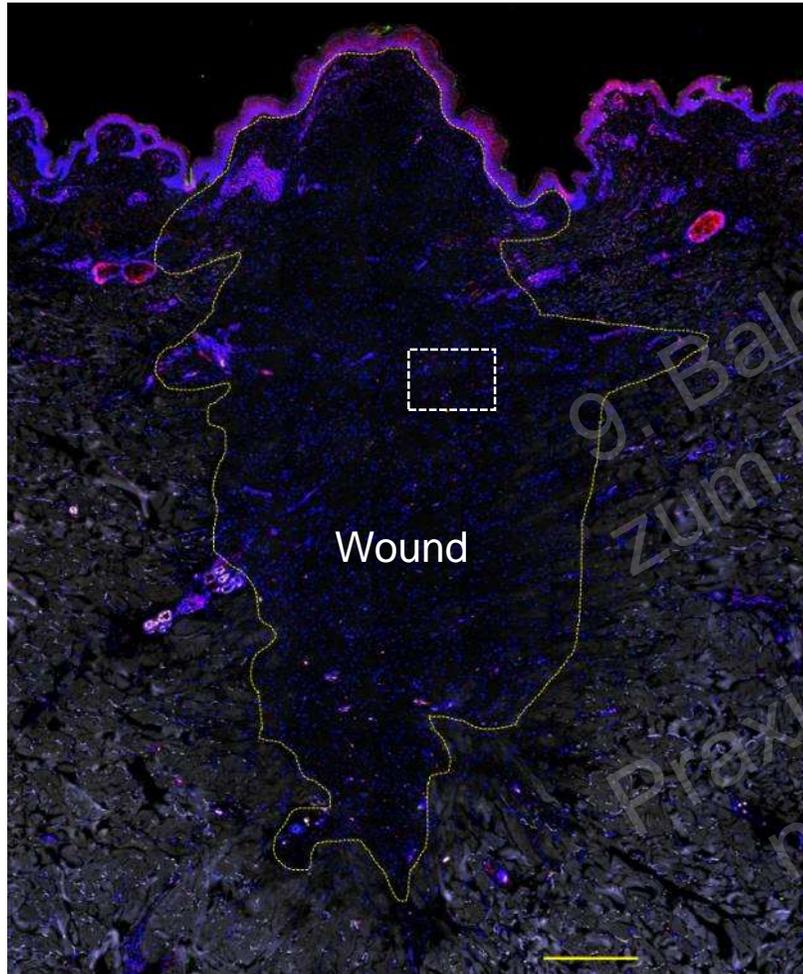
→ signifikante Verzögerung in der Wundschliessung



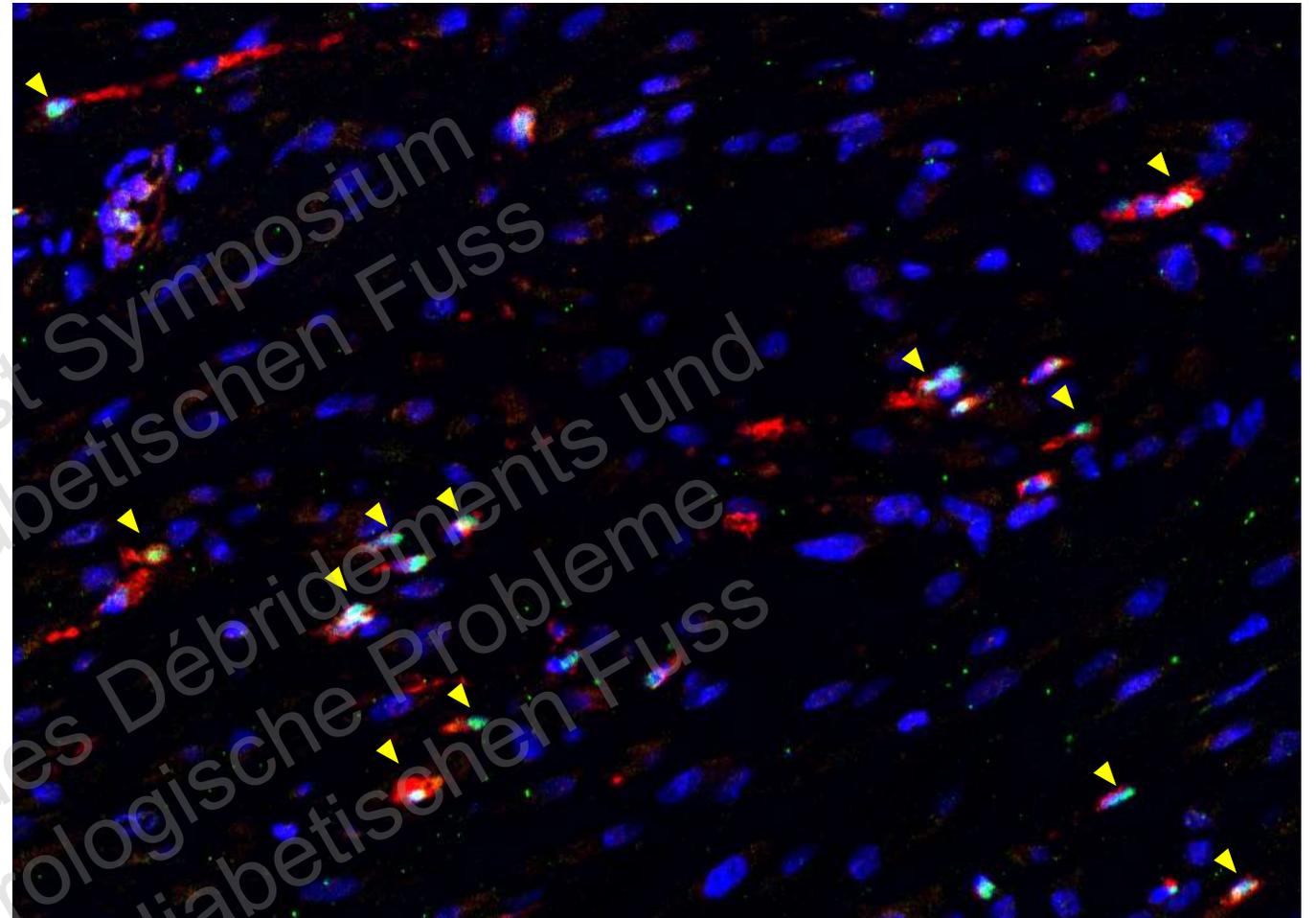
Parfejevs, V., Debbache, J., Shakhova, O. *et al.* Injury-activated glial cells promote wound healing of the adult skin in mice. *Nat Commun* 9, 236 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01488-2>

# Neues aus der Forschung

SOX10/P75/Hoechst



SOX10/P75/Hoechst



Auch in menschlicher Haut zeigt sich eine Aktivierung von Gliazellen bei akuter Verletzung

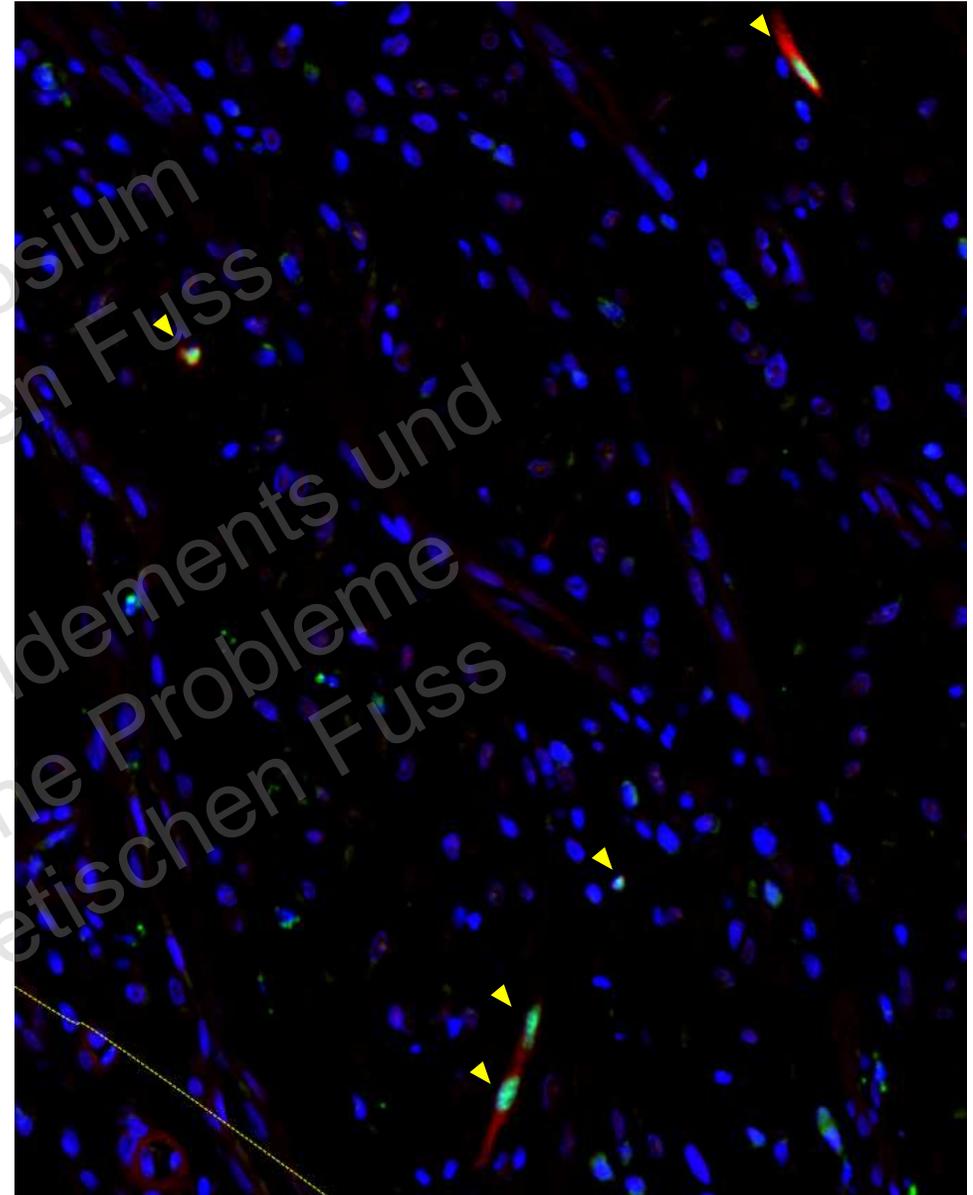
# Neues aus der Forschung

SOX10/P75/Hoechst



Diabetische Wunden sind mit nur sehr wenig  
aktivierten Gliazellen assoziiert

SOX10/P75/Hoechst

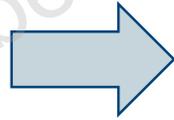


# Zusammenfassung

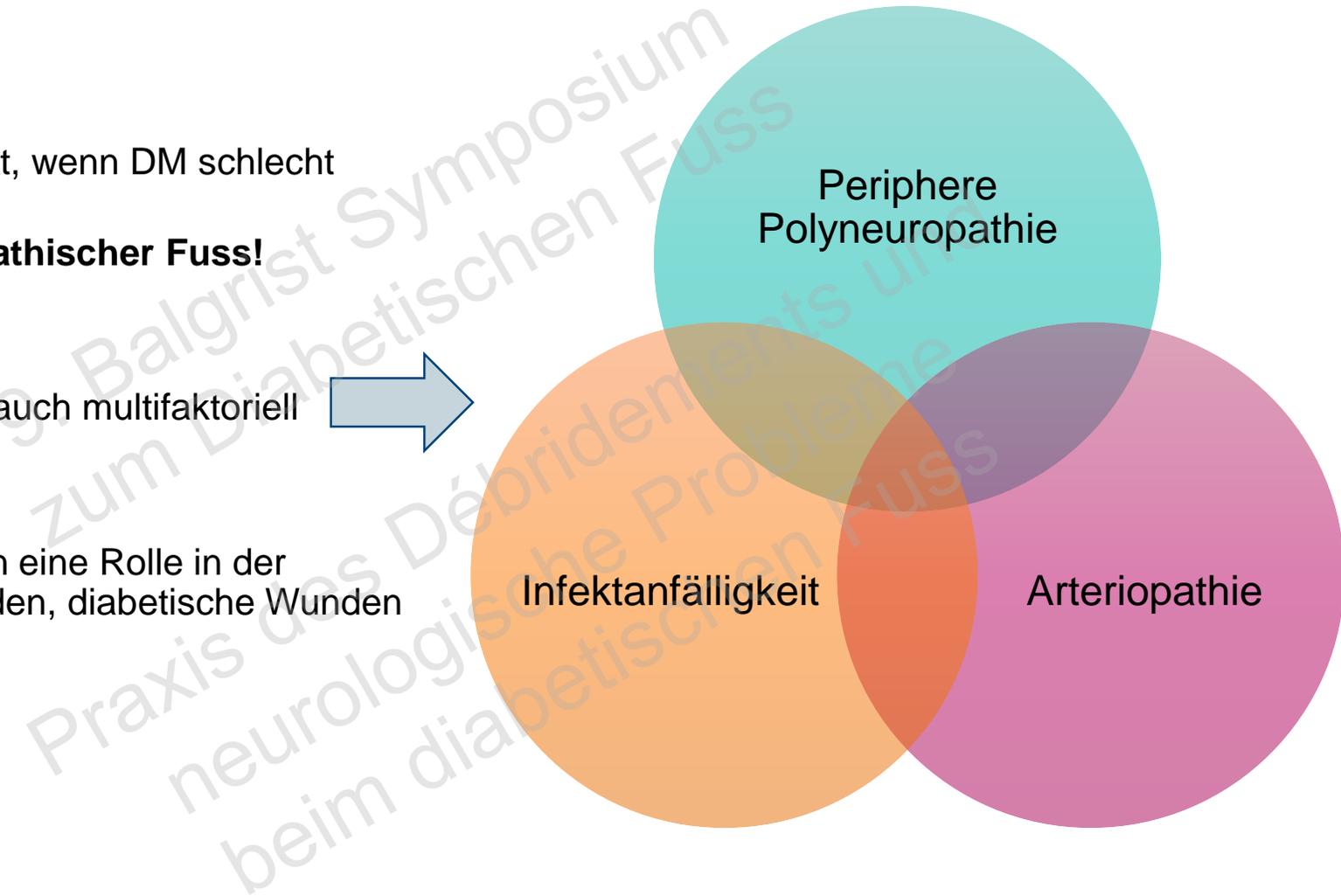
Wundheilung erst eingeschränkt, wenn DM schlecht eingestellt

**Ausnahme: Neuropathischer Fuss!**

Schlechte Wundheilung häufig auch multifaktoriell



Vermutlich spielen Nervenzellen eine Rolle in der Wundheilung (chronische Wunden, diabetische Wunden haben weniger Gliazellen)



# Vielen Dank!

Mit Dank an die Kollaboratoren:

Prof. Lukas Sommer, PhD

Khanh Huỳnh, PhD candidate

PD Dr. med. Martin Berli

Kontakt:

Clara.Richter@usz.ch

Manuel.Schuermann@usz.ch

Juerg.Hafner@usz.ch