

# Kognitive Systeme als Steuerung für Diagnose und Therapie - ein Beispiel aus der Tinnitusforschung

**Dr. Winfried Schlee, Dipl.-Psych.**  
Universitätsklinik Regensburg

**Rüdiger Pryss, Dipl.-Inf.**  
Universität Ulm



Universität Regensburg



TINNITUS RESEARCH INITIATIVE



ulm university universität  
**uulm**



**DBIS** EXPERIENCE  
processes for a *flex*ible world



# Tinnitus

**Tinnitus** ist die Wahrnehmung eines Geräuscheinindrucks in der Abwesenheit einer entsprechenden akustischen Geräuschquelle

**5-15%** der deutschen Gesamtbevölkerung haben Tinnitus

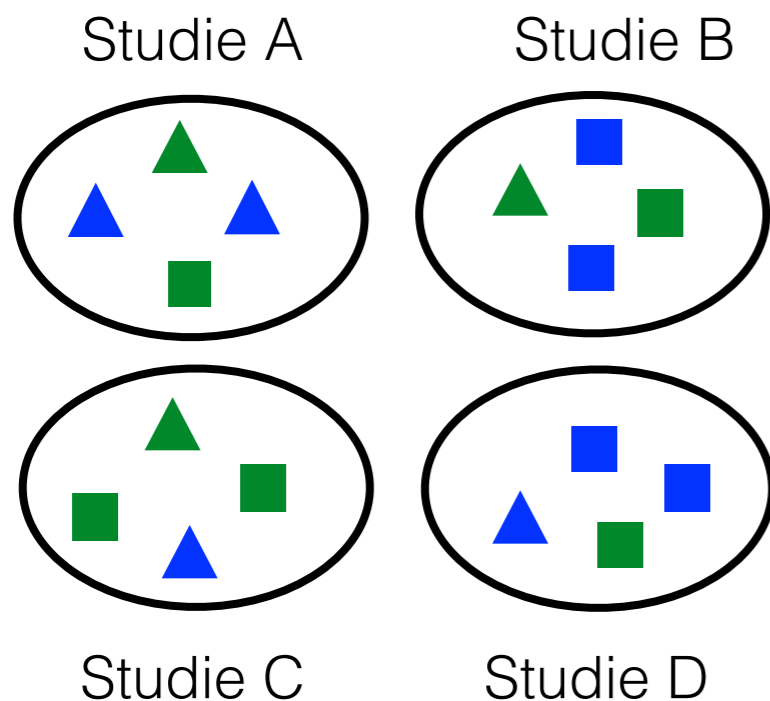
**1-2%** der Bevölkerung ist durch den Tinnitus erheblich belastet.

Die häufigsten **Begleitsymptome** sind Schlafstörungen, Depressionen, Konzentrationsstörungen und Angststörungen.

Es gibt derzeit **keine Behandlungsmethode** die den Tinnitus zuverlässig bekämpft.

# Warum ist es so schwer eine Lösung zu finden?

## Heterogenität des Tinnitus

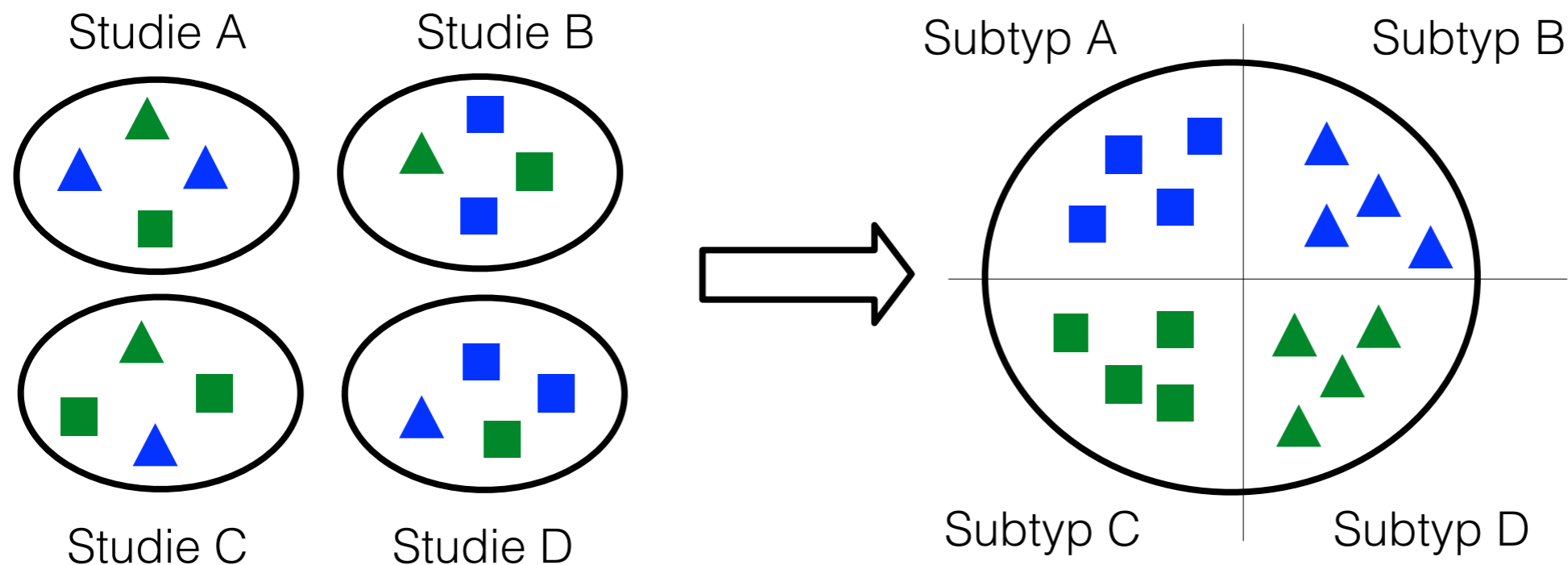


### aktuelle Situation:

- Viele klinische Studien zeigen keine oder nur schwach signifikante Ergebnisse obwohl sich einzelne Patienten deutlich verbessern
- Ergebnisse aus Grundlagenstudien und Klinischen Studien lassen sich nur selten replizieren

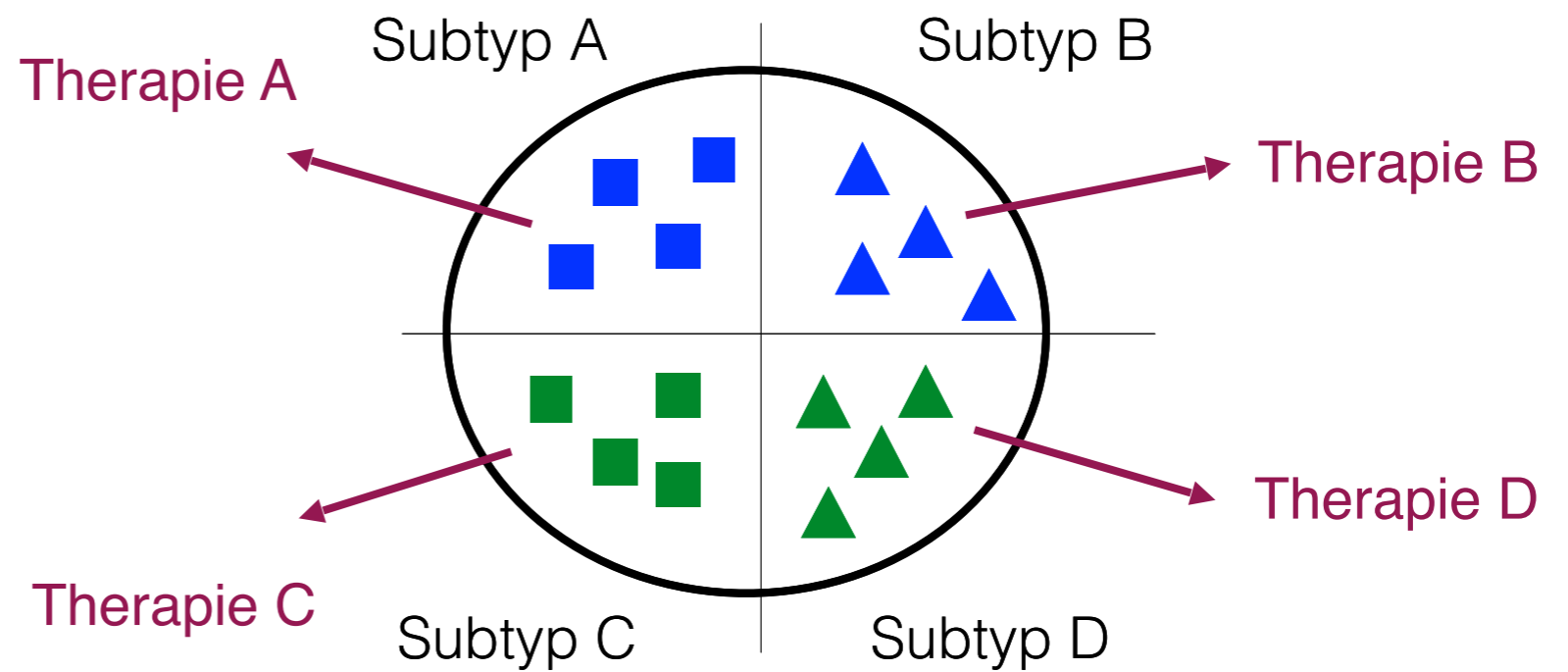
# Warum ist es so schwer eine Lösung zu finden?

## 1. Heterogenität des Tinnitus



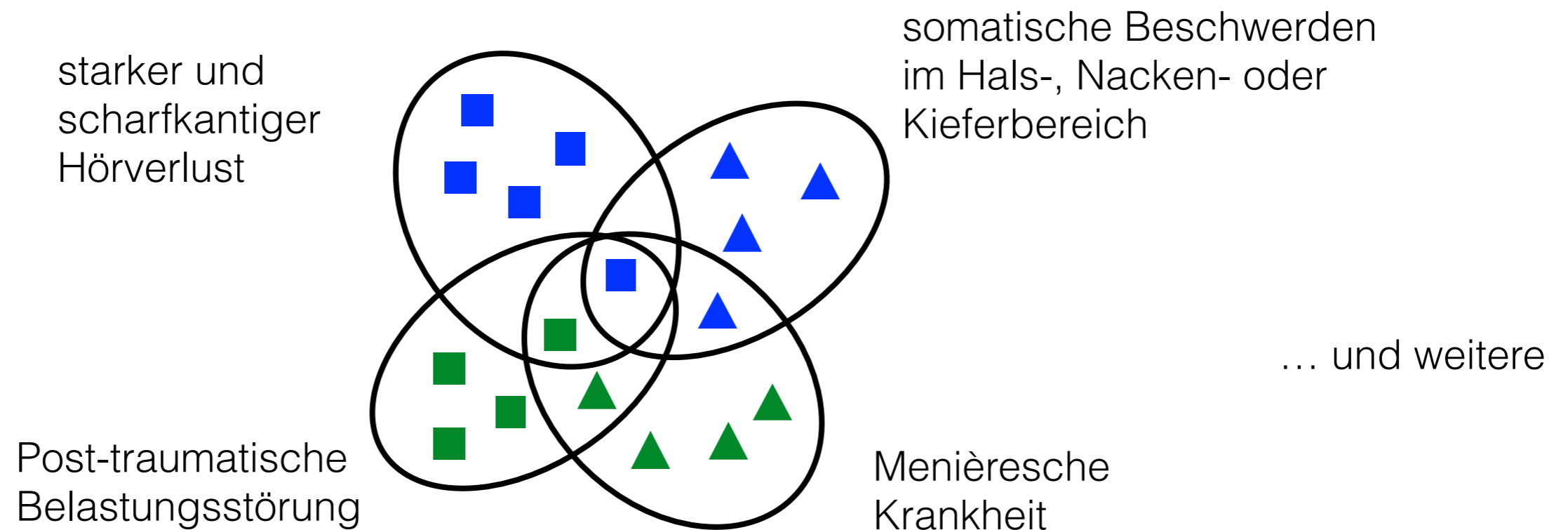
# Warum ist es so schwer eine Lösung zu finden?

## Heterogenität des Tinnitus



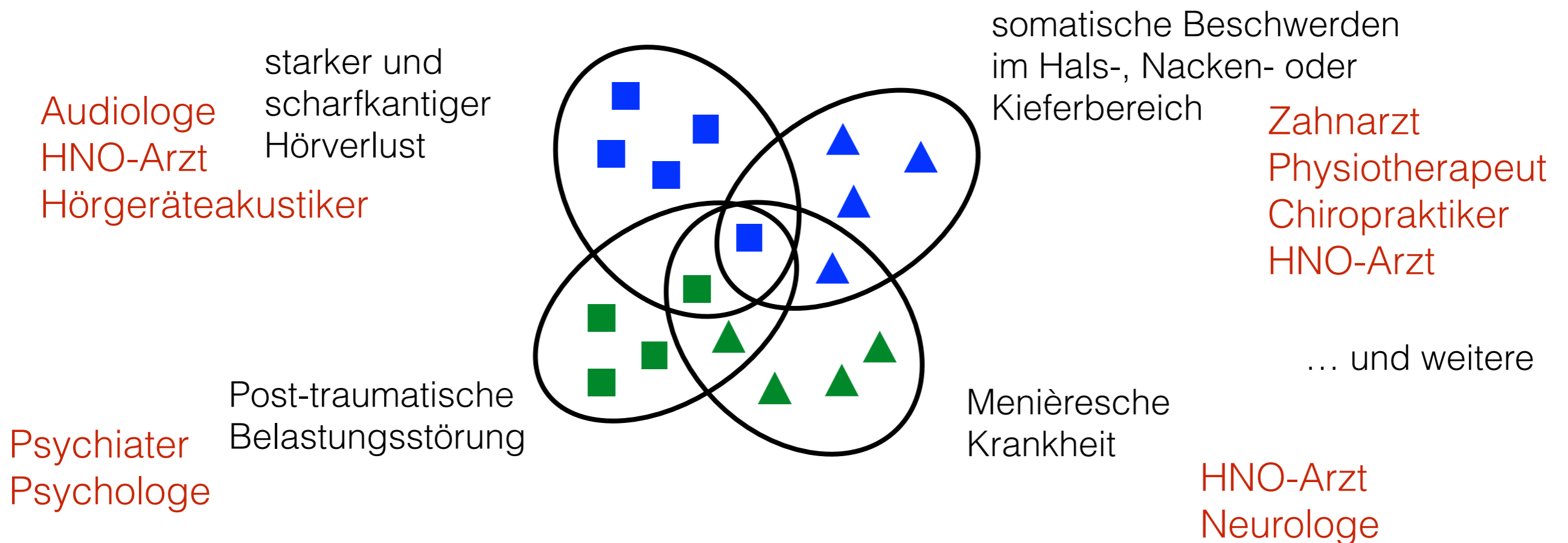
# Warum ist es so schwer eine Lösung zu finden?

## Heterogenität und Mischformen des Tinnitus



# Warum ist es so schwer eine Lösung zu finden?

## Heterogenität und Mischformen des Tinnitus

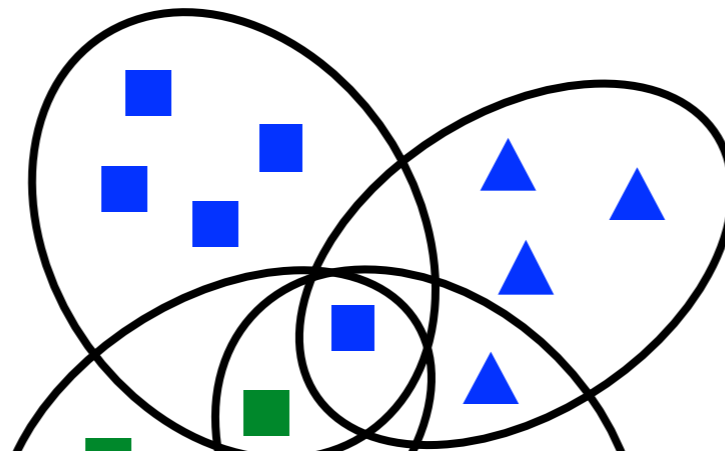


# Warum ist es so schwer eine Lösung zu finden?

## Heterogenität und Mischformen des Tinnitus

Audiologe  
HNO-Arzt  
Hörgeräteakustiker

starker und  
scharfkantiger  
Hörverlust



somatische Beschwerden  
im Hals-, Nacken- oder  
Kieferbereich

Zahnarzt  
Physiotherapeut  
Chiropraktiker  
HNO-Arzt

> 160 Experten  
26 Europäische Länder  
[www.tinnet.tinnitusresearch.net](http://www.tinnet.tinnitusresearch.net)

  
TINNET

  
EUROPEAN COOPERATION  
IN SCIENCE AND TECHNOLOGY



# Warum ist es so schwer eine Lösung zu finden?

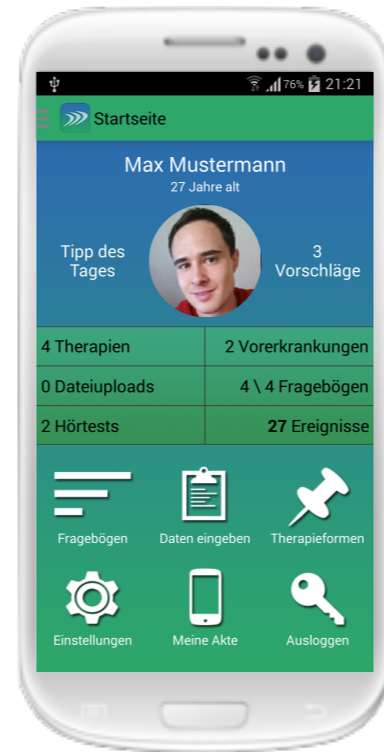
## Heterogenität und Mischformen des Tinnitus

Audiologe  
HNO-Arzt  
Hörgeräteakustiker

starker und  
scharfkantiger  
Hörverlust

Psychiater  
Psychologe

Post-traumatische  
Belastungsstörung



**Tinnitus  
Navigator**

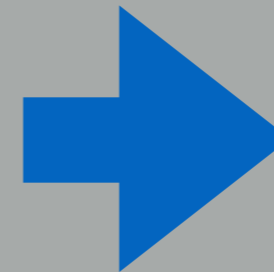
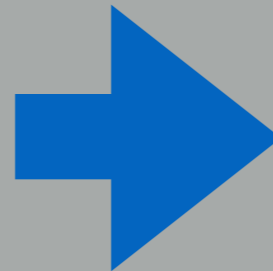
somatische Beschwerden  
im Hals-, Nacken- oder  
Kieferbereich

Zahnarzt  
Physiotherapeut  
Chiropraktiker  
HNO-Arzt

... und weitere

Menière'sche  
Krankheit

HNO-Arzt  
Neurologe



## TrackYour Tinnitus.org

Misst den Tinnitus  
unter Alltagsbedingungen.

## Tinnitus Navigator

Sammelt diagnostische  
Befunde und schlägt  
individuell beste  
Therapie vor

## Tinnitus-App auf Rezept

Plant und überwacht den  
Therapieverlauf.

Auditorische Stimulation.



# Tinnitus Navigator

## Patienten-Tool

Dateneingabe &  
Fragebögen

elektronische  
Befundakte

Diagnose-Plan

Therapie-Plan



## Ärzte-Tool

Zugriff auf Patienten-  
Akte

Vorschlag weiterer  
Diagnostik

Therapievorschlag

anonymisierte  
Datenbank:  
>3'000  
Vergleichsfälle

# Tinnitus Navigator und Kognitive Systeme

Zahlreiche Forschungsarbeiten widmen sich neuen Fragestellungen an den Schnittstellen

- Arbeitsorganisation und -psychologie,
- Mensch-Maschine-Systeme,
- Human Factors, Benutzerschnittstelle
- Assistenz
- Überwachung Compliance Checking und Process Mining sowie Automatisierungstechnik.

Smart Workflows

# Tinnitus Navigator und Kognitive Systeme

Herausforderung:

Adäquates  
logisches Modell

durchgängig als  
formale Grundlage  
verwendbar



Eingeleitete Therapie  
wird mit Smart Workflows  
unterstützt

Überwachung sowie  
Automatisierungstechnik

und über Compliance  
Checking überprüft

Assistenz

und über Process Mining  
ausgewertet

Gespräche  
mit Domänenexperten  
(Abläufe dokumentieren,  
Mockup-Techniken)

Therapievorschläge  
(ECA-Regeln->Therapien,  
Prozesse,  
Mobile Experience)

Therapiemonitoring  
und Therapieassistentz  
(Prozesse, Flexibilität,  
BI und Data-driven )

# MEDo – Smart Workflows

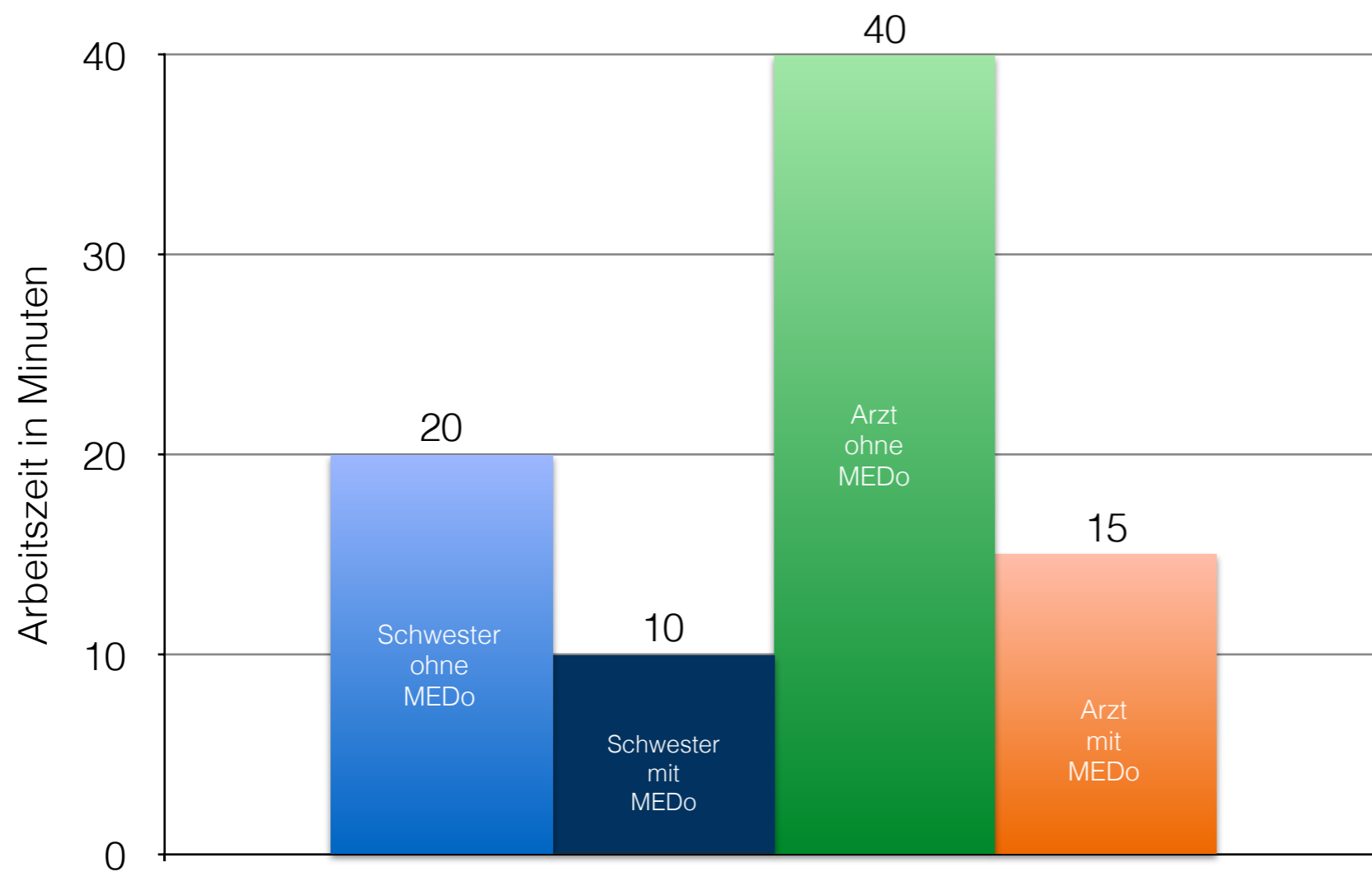
The screenshot displays the MEDo mobile application interface. On the left, a sidebar shows 'Station 5c' and 'Anforderungen' (Requests) with a green bar for 'Laboranalyse' (Lab analysis) dated 'Friday, April 20, 2012 12:00 PM'. The main area shows a patient list for 'Station 5c' with columns for 'Name', 'Raum' (Room), and 'Aufgaben' (Tasks). Patients listed include Panther, Paul; Lamprecht, Günther; and Fried, Ingolf. A task 'Blut abnehmen' (Take blood) by Müller, Tabea is highlighted. A 'New Task' dialog is open, showing a 'Patient Select Patient' dropdown and various task options like 'request x-ray examination', 'request blood examination', 'request urine examination', 'request consile', 'prepare surgery', 'medication', 'internal consile', 'educate on surgery', 'call hospital', 'check ECG', and 'take blood'. A 'Schließen' (Close) button is visible over the patient list.

+!!Benutzerschnittstelle

This screenshot shows a different part of the MEDo interface. A patient list is visible on the left, including 'Pakuscher, Ketti' (953756, 26, ♀), 'Sigerth, Anton' (72343781, 52, ♂), 'Karnebogen, M' (03453473, 32, ♀), 'Harth, Nicola' (12378045, 24, ♀), and 'Müller, Tabea' (45234576, 21, ♀). A notification 'Hinzugefügt von Peter, Christian' (Added by Peter, Christian) is shown. A 'Erledigt' (Completed) button with a checkmark is visible. A keyboard overlay is present at the bottom of the screen.

# MEDo – Smart Workflows

MEDo im RKU Ulm



29 Patienten  
2x 1-Bettzimmer  
6x 2-Bettzimmer  
4x 4-Bettzimmer

# Compliance Checking

Nach einer invasiven Maßnahme sollte innerhalb von 24 Stunden eine Nachsorge erfolgen

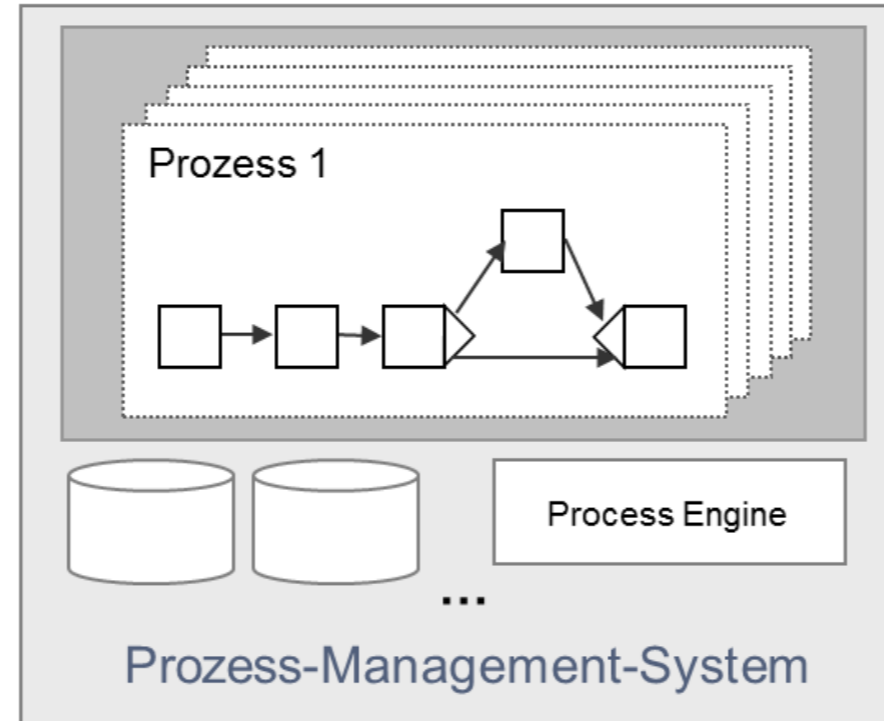
Vor einer invasiven Maßnahme muss der Patient über die Risiken aufgeklärt werden

Nach einer Kolonbiopsie sollte mindestens 7 Tage gewartet werden, bevor eine Barium-KE durchgeführt wird

Zwischen einem Feature Freeze und der nächsten Freigabe muss jede Änderung zuerst genehmigt werden

Nach Entwicklung des Prototyps muss eine Testfahrt und eine anschließende technische Abnahme erfolgen, ohne dass der Prototyp dazwischen noch geändert wird

Nach Entwicklung der Komponente muss sie vor der Freigabe noch mit dem definierten Reifegrad getestet werden





# Compliance Checking

- Prozessmodelle und -instanzen beschreiben mögliche Verläufe
- Repräsentierbar über erzeugbare Ausführungsspuren

$\sigma_1 = <$

start(1, Patient (...)),  
 start(2, Patient(...)), end(2),  
 start(3, Patient(...)), end(3),  
 start(4, Patient(...)), end(4),  
 start(5, Patient(...)), end(5),

erzeugbar  
über  $c_1$

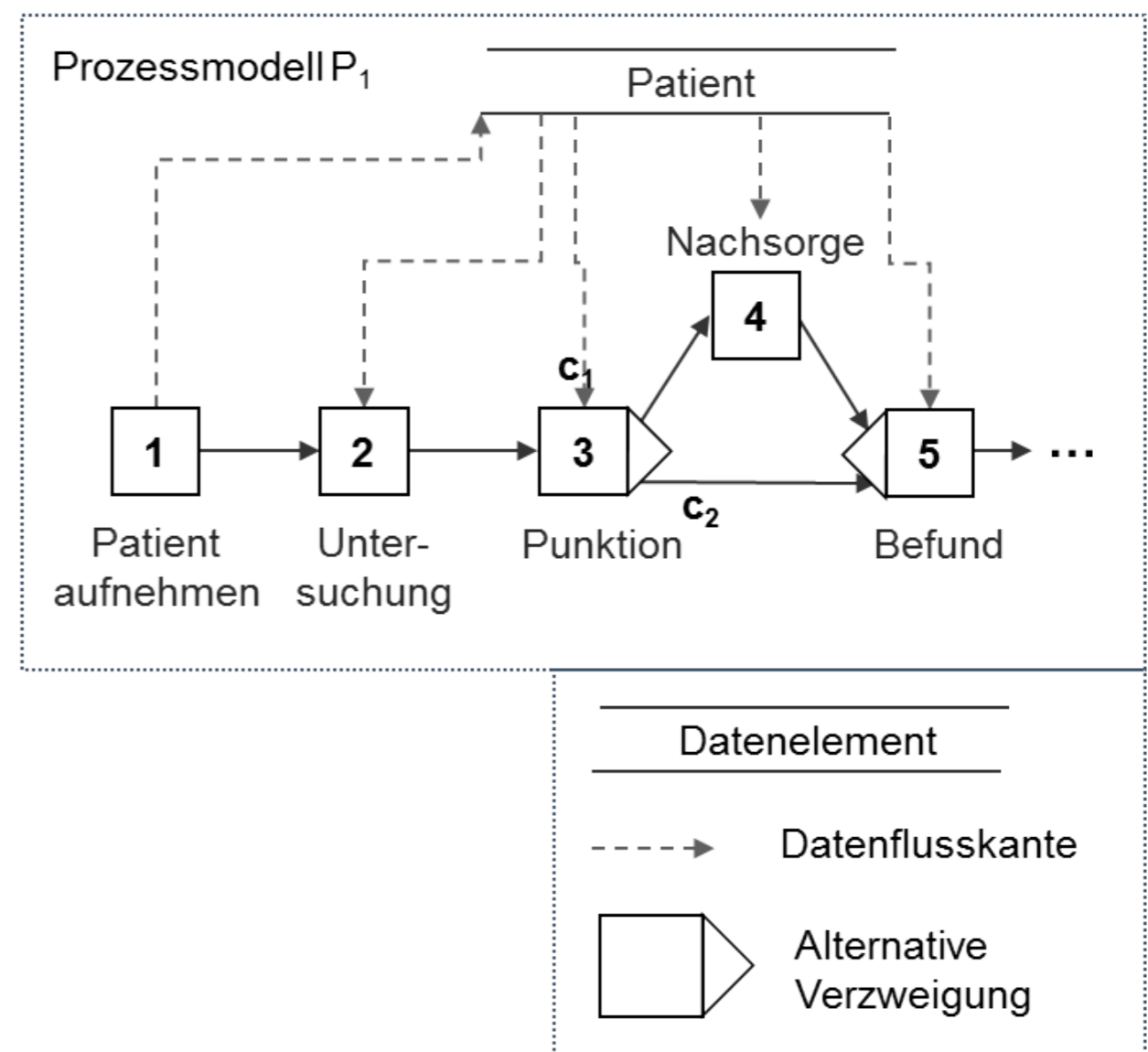
...>

$\sigma_2 = <$

start(1, Patient(...)),  
 start(2, Patient(...)), end(2),  
 start(3, Patient(...)), end(3),  
 start(5, Patient(...)), end(5),

erzeugbar  
über  $c_2$

...>



# Compliance Checking



$\forall a1(\text{Is}(a1, \text{Invasive Maßnahme}) \rightarrow \exists a2(\text{Is}(a2, \text{Nachsorge}) \wedge \text{patient}(a1) = \text{patient}(a2) \wedge \text{Pred}(a1, a2) \wedge \text{MaxDistEndStart}(a1, a2, 24h)))$



$\forall a1(\text{Is}(a1, \text{Punktion}) \rightarrow \exists a2(\text{Is}(a2, \text{Nachsorge}) \wedge \text{patient}(a1) = \text{patient}(a2) \wedge \text{Pred}(a1, a2) \wedge \text{MaxDistEndStart}(a1, a2, 24h)))$



$\forall a1(\text{Is}(a1, \text{Endoskopie}) \rightarrow \exists a2(\text{Is}(a2, \text{Nachsorge}) \wedge \text{patient}(a1) = \text{patient}(a2) \wedge \text{Pred}(a1, a2) \wedge \text{MaxDistEndStart}(a1, a2, 24h)))$



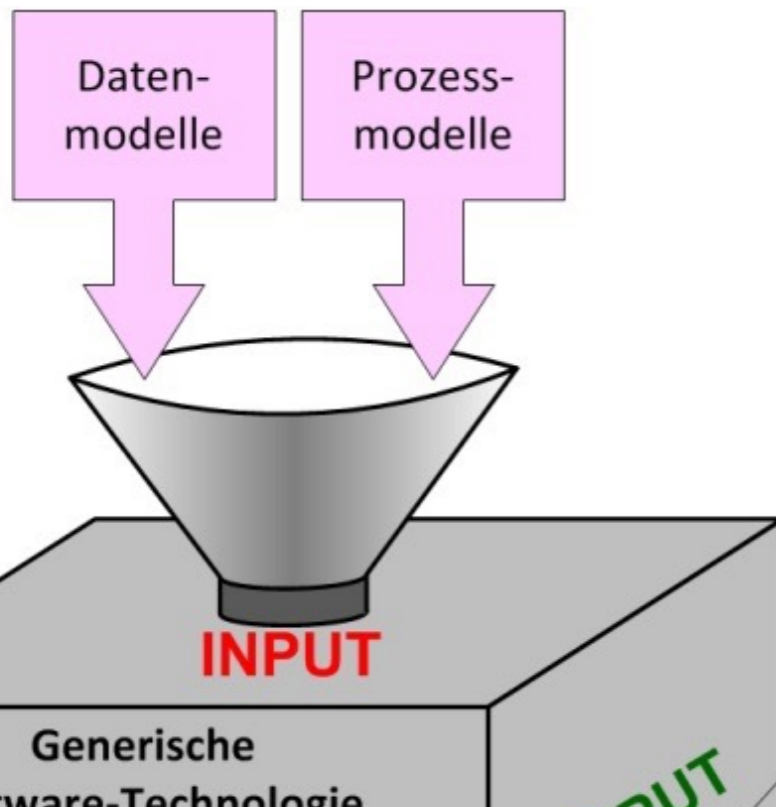
# Philharmonic Flows – Die Zukunft



Prof. Dr. Manfred Reichert



Dr. Vera Künzle



*Einheitlicher Modellierungsstandard für alle Domänen*

*Filter Mechanismus für Model Checking um korrekte Anwendungssysteme ohne Fehler zur Laufzeit zu generieren.*

**Anwendungssoftware für Engineering Software Systeme (Automotive Engineering, Electrical Engineering)**

**Anwendungssoftware für Sensordatenverarbeitung**



# Fazit

- Diagnostik und Therapie des chronischen Tinnitus erfordert effiziente Zusammenarbeit eines multidisziplinären Teams.
- Kognitive System mit Smart Workflows eignen sich als zentrale Schaltzentrale dieser Zusammenarbeit.
- Diagnostischer Kriterien und Begrifflichkeiten müssen über Disziplinen hinweg definiert und kommuniziert werden.
- Flexible Änderungen der Process Engine (etwa bei neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen) müssen während des Betriebs möglich sein.
- Schema-Evolution ermöglicht auch Adaption tausender (laufender) Instanzen (Stichwort -> Massentherapie)
- Compliance Checking und Process Mining Technologien ermöglichen maschinelles Entscheiden und automatisches Lernen
- Philharmonic Flows integriert nicht nur Prozesse, sondern auch Daten (Stichwort -> vollautomatische, adaptierbare Expertensysteme)

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

## Danke an das Team

### Uni Regensburg

PD Dr. Berthold Langguth  
PD Dr. Michael Landgrebe  
Dr. Martin Schecklmann  
Susanne Staudinger

## Uni Ulm

Prof. Dr. Manfred Reichert  
Jochen Herrmann  
Michael Lindinger  
Robin Hagenlocher  
Michael Stach  
Ali Aras  
Viktor Dötzl  
Marc Schickler