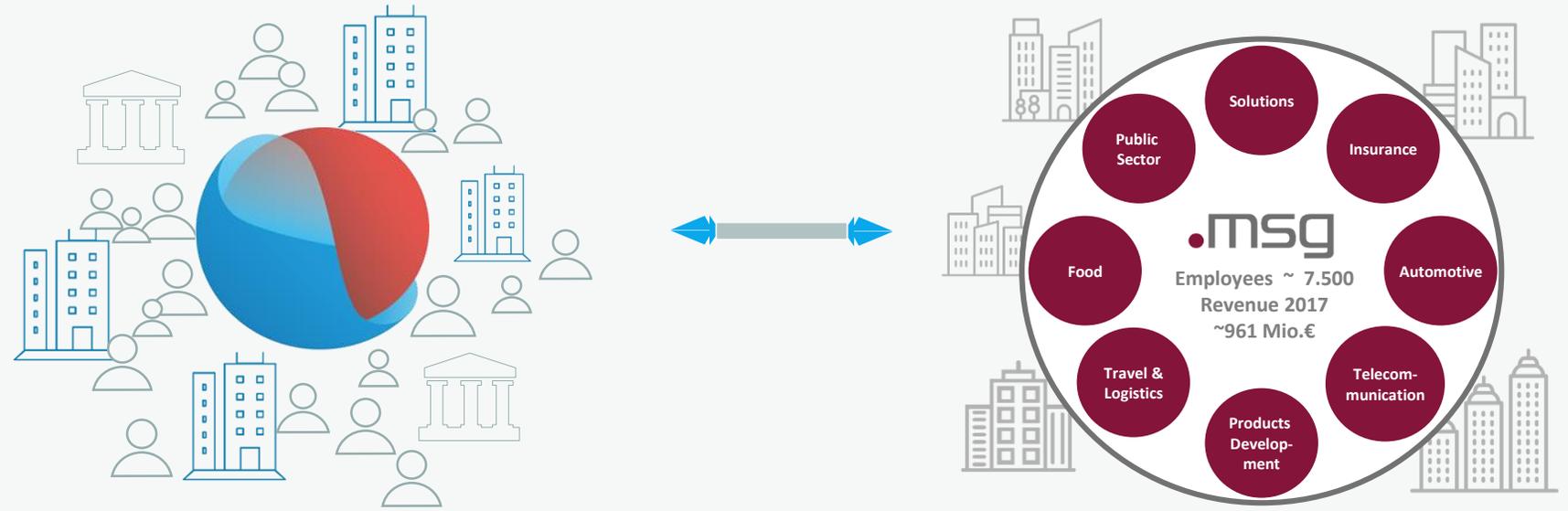


# Micro-level reserving

Implementation einzelschadenbasierter  
Reservierungsverfahren



qx - Club



Neue  
Geschäftsmodelle



Kernteams



Netzwerk



Skalierbarkeit



Industrieexpertise



## 10 Mitarbeiter ...

...die Spezialisten in verschiedenen Bereichen sind und weitere 7.500 innerhalb der msg-Gruppe.



## 26 Projekte ...

...die zu unserem eigenen Innovationsprozess geführt haben.



## 2 Standorte...

...in Passau und Ismaning.



## ~800 qm...

... Co-working Fläche für kreatives Arbeiten in unserem minnosphere Lab.



## 2 Joint Ventures...

...wo wir gemeinsam mit unseren Partnern erfolgreich Geschäftsmodelle etablieren konnten.



## 1 Auszeichnung...

...als eines der 10 besten deutschen Innovationslabore (Capital Edition 07/2017).

THINK  
OUTSIDE  
THE BOX



## Bring Your Own Problem (BYOP)

Individuelle Softwareinnovationen für kleine und mittlere Unternehmen – zugeschnitten auf deren spezifische Probleme



## Ideation & Prototyping

Wir validieren Hypothesen anhand von schnellen Prototypen, um eine hohe Kundenorientierung zu gewährleisten und passende Lösungen zu entwickeln



## Network & Collaboration

Wir arbeiten sowohl mit externen Unternehmen als auch mit Geschäftsbereichen der msg-Gruppe zusammen um maximale Effizienz und Reichweite zu erreichen



## Company Builder

Wir fördern End-to-End die Acceleration, Inkubation und die Skalierung digitaler Initiativen und Geschäftsszenarien



Micro-level reserving  
Network & Collaboration



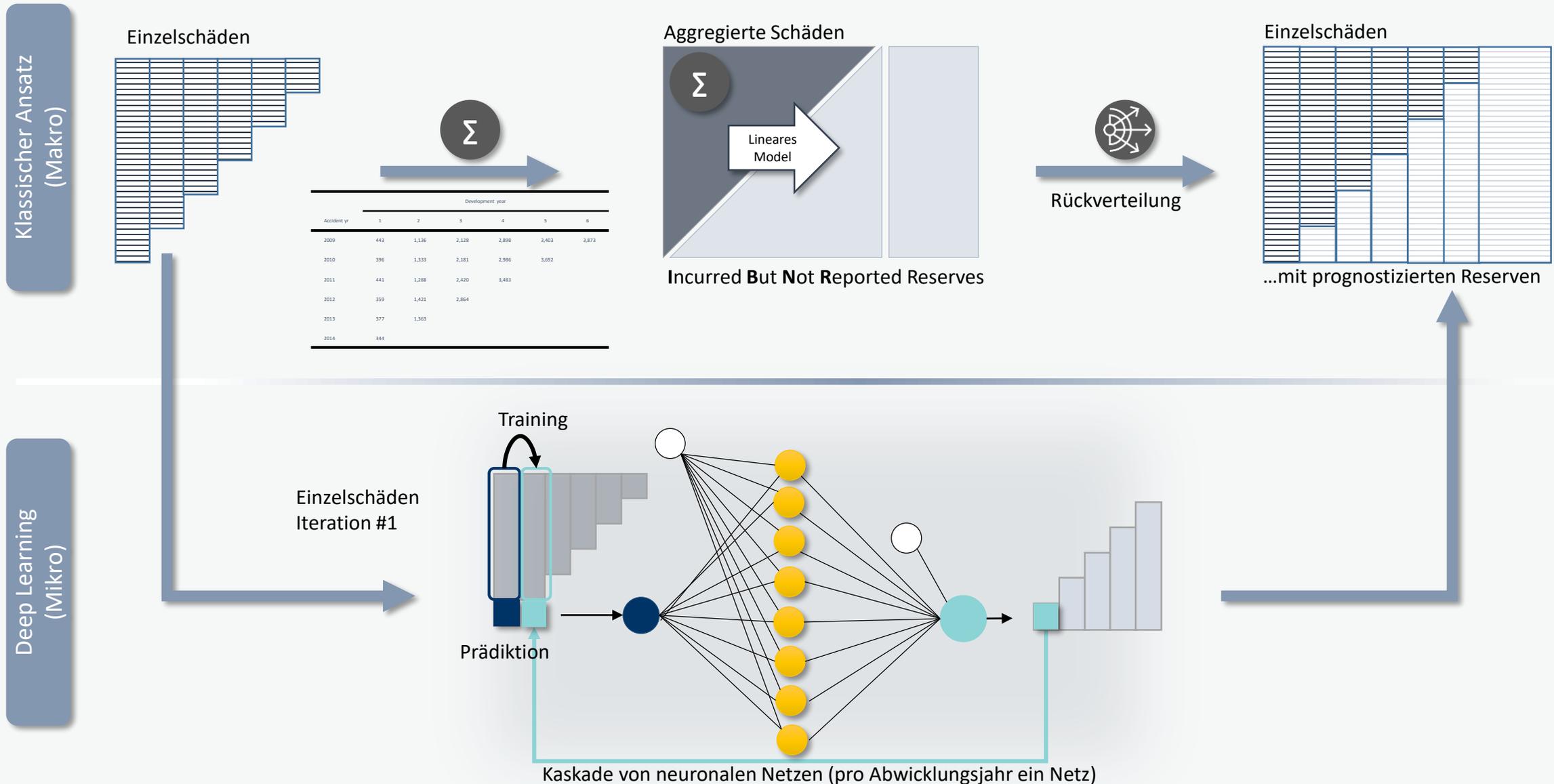
## Micro-level reserving Methoden und Ansätze

- Klassische Methoden (**Makro**) fußen auf aggregierten Daten (Ausnahme: Double Chain Ladder – **Meso**-Ebene, vgl. Miranda et al. 2012)
- Durch Aggregation geht Information verloren
- Einzelschadenbasierte Ansätze
  - **Kaskadierende Neuronale Netze**  
(Zarkadoulas 2017,...)
  - **Nearest neighbour Methoden**  
(Mack 1997, Schumann 2018, Carrato 2019,...)
  - **Punktprozesstheoretische Ansätze**  
(Norberg 1993, Avanzi et al. 2016, Antonio et al. 2014,...)

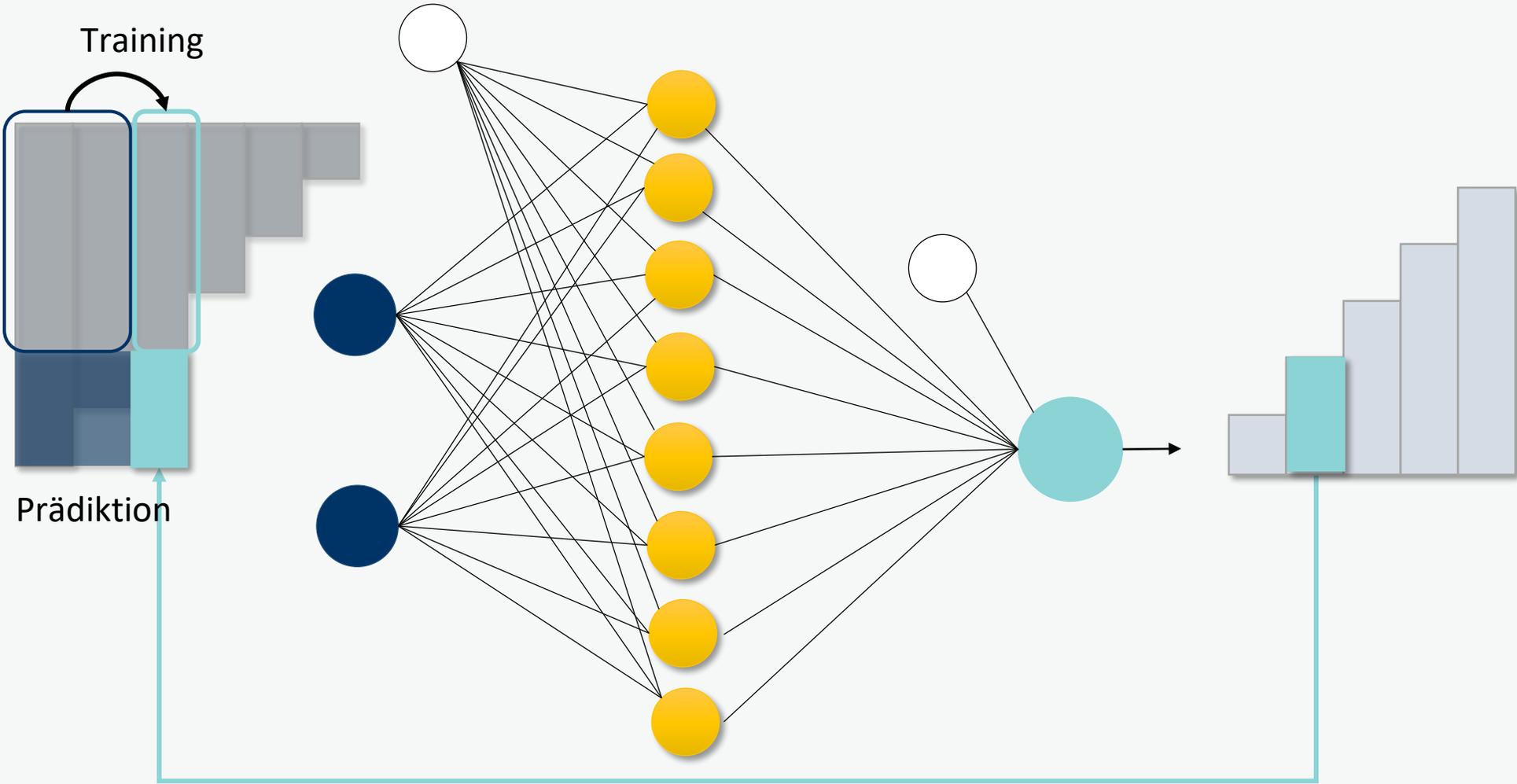
Accident year	Development years					
	1	2	3	4	5	6
2009	443	1136	2128	2898	3403	3873
2010	396	1333	2181	2986	3692	
2011	441	1288	2420	3483		
2012	359	1421	2864			
2013	377	1363				
2014	344					

# Micro-level reserving

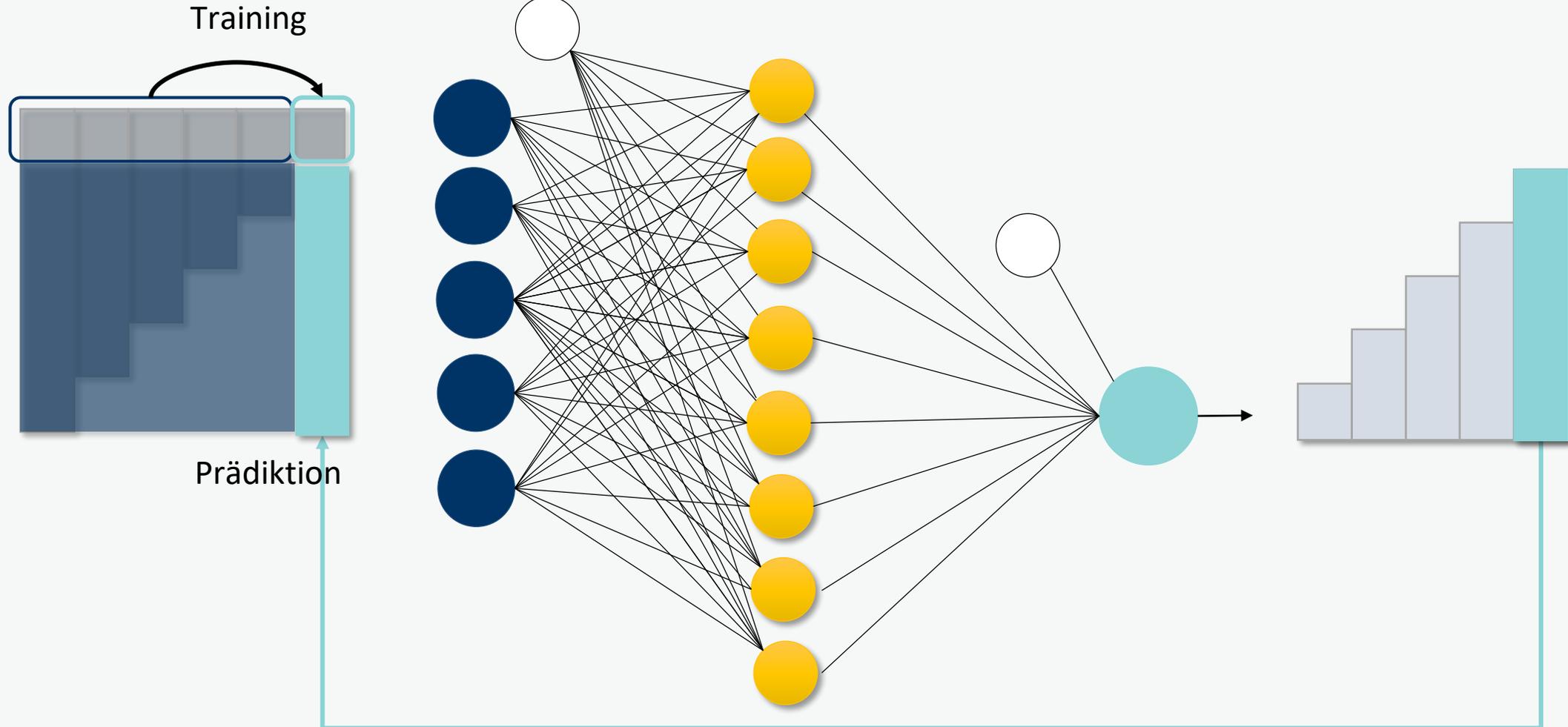
## Aggregierte Methodik vs. Einzelschadenebene



# Micro-level reserving Einzelschadenebene – Iteration #2



# Micro-level reserving Einzelschadenebene – Iteration #n (hier 5)



## Micro-level reserving Mathematische Notation - Setup

Wir betrachten  $t$  Anfalljahre

Pro Anfalljahr  $i \in \{1, \dots, t\}$  existieren  $m_i$  Schäden. Für einen Schaden  $m \in \{1, \dots, m_i\}$  notieren wir die kumulativen Schadenbeträge

$$(x_{i,1}^m, x_{i,2}^m, \dots, x_{i,t-i+1}^m, y_{i,t-i+2}^m, \dots, y_{i,t}^m)$$

bekannt, realisiert      unbekannt

Alle Schadenbeträge eines Anfalljahres  $i$  für ein Abwicklungsjahr  $j \in \{1, \dots, t - i + 1\}$

$$x_{i,j} = (x_{i,j}^1, \dots, x_{i,j}^{m_i})^t$$

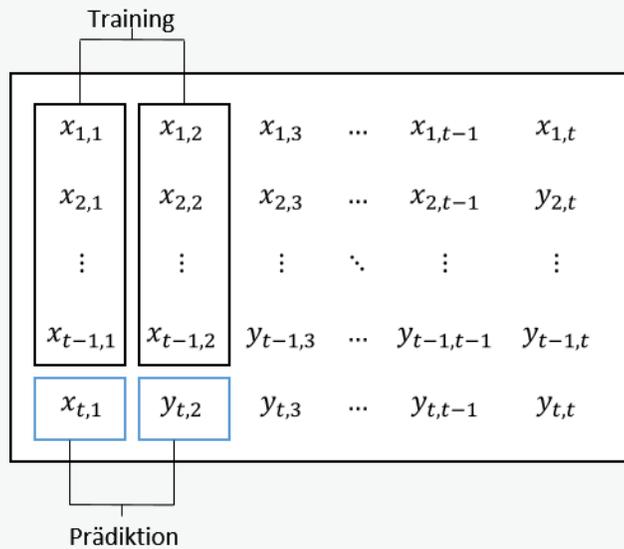
bzw. für ein Abwicklungsjahr  $k \in \{t - i + 2, \dots, t\}$

$$y_{i,k} = (y_{i,k}^1, \dots, y_{i,k}^{m_i})^t$$

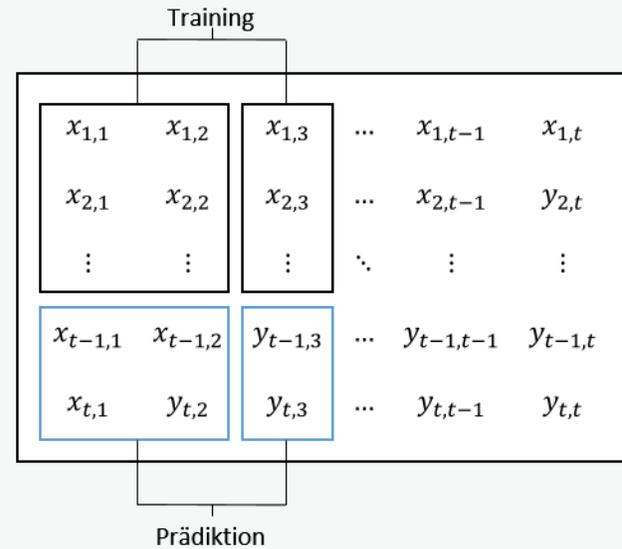
# Micro-level reserving

## Mathematische Notation - Abwicklungsdreieck

Stufe 1

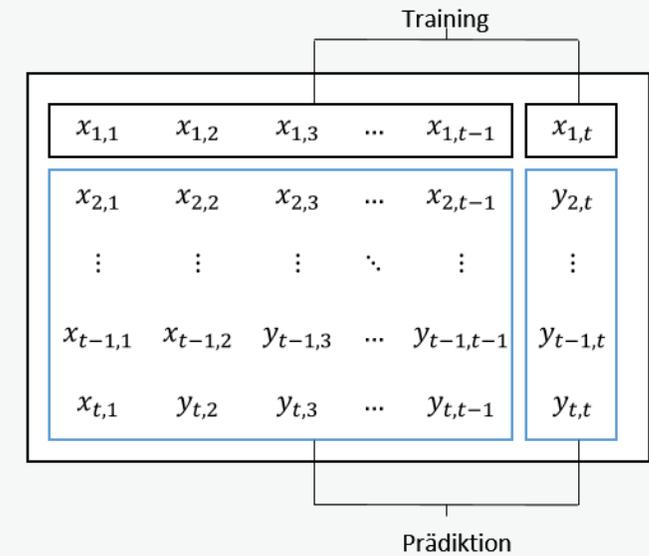


Stufe 2



...

Stufe  $t - 1$



### Verfahren von Mack

Zahlungsstand                      Reservestand

$$x_{i,j}^m = p_{i,j}^m + o_{i,j}^m$$

Klassifizierung der Schäden in offen, ausreguliert,...

Auswahl eines Abstands zwischen zwei Schäden einer Klasse:  $d_{i,v,j,m,l} = dist(x_{i,j}^m, x_{v,j}^l)$

Fortsetzung:  $p_{i,j+1}^m = p_{i,j}^m + \frac{1}{\sum_{v<i, l \in \{1, \dots, l_v\}} d_{i,v,j,m,l}^{-1}} \sum_{v<i, l \in \{1, \dots, l_v\}} [d_{i,v,j,m,l}^{-1} \cdot (p_{v,j+1}^l - p_{v,j}^l)]$

$$o_{i,j+1}^m = \max(0, o_{i,j}^m + \frac{1}{\sum_{v<i, l \in \{1, \dots, l_v\}} d_{i,v,j,m,l}^{-1}} \sum_{v<i, l \in \{1, \dots, l_v\}} [d_{i,v,j,m,l}^{-1} \cdot (o_{v,j+1}^l - o_{v,j}^l)])$$

Summation über alle benachbarten Schäden der gleichen Klasse

## Es gibt kein bestimmtes nn-Verfahren!

Verfahrensklasse:

- Wahl der Abstandsnorm
- Wahl der Schadenbewegungen, die in den Abstand eingehen
- Additive/Multiplikative Fortsetzung
- Schadenklassen
- Gewichtungsfunktion
- ....

## Mathematische Notation – deep learning

- Drei Layer (input, hidden, output)
- Hidden Layer mit  $l = 8$  Knoten
- bekannt  $x = (x_{i,1}^m, \dots, x_{i,t-i+1}^m)$
- unbekannt  $y = y_{i,t-i+2}^m$
- Gewichte des hidden layer  $W^{[1]} \in \mathbb{R}^{l \times (t-i+1)}$
- Gewichte des output layer  $W^{[2]} \in \mathbb{R}^{1 \times l}$
- Bias der jeweiligen Layer  $b^{[1]} \in \mathbb{R}^l, b^{[2]} \in \mathbb{R}$
- Aktivierungsfunktionen der jeweiligen Layer  $a^{[1]}, a^{[2]}$

Prognose:  $z = a^{[1]}(W^{[1]}x + b^{[1]}), y = a^{[2]}(W^{[2]}z + b^{[2]})$

## Es gibt auch kein bestimmtes deep-learning Verfahren!

- Wahl von  $a^{[1]}$ : z.B. komponentenweise Rectified Linear Unit ( $x \rightarrow \max(x, 0)$ )
- Wahl von  $a^{[2]}$ : z.B. Identität
- Bestimmung der Gewichte durch Backpropagation
  - Quadratische Fehlerfunktion
  - Stochastic Gradient Descent
  - AdamOptimizer

## Micro-level reserving

# Tail und echte Spätschäden

Echte Spätschäden („ $m_i$  ist erst am Ende der Abwicklung bekannt“):

- Schätzung auf aggregierter Ebene je Anfalljahr
- Verfahren von Mack

Tail:

- Schätzung auf aggregierter Ebene je Anfalljahr
- Vorgabe der Länge des tails (Anzahl Jahre)
- Log-lineare Regression

- Fehlertheorie entwickeln (sehr schwierig)
- Empirische Fehlerabschätzung (Bootstrapping)
  - Kalenderjahressicht (Re-reserving, Solvency II)
  - Ultimate-Sicht (Pricing)
- Andere ML-Modelle / Bildung von Ensembles
- Clustering / Kombination von supervised mit unsupervised
- Tail und echte Spätschäden auf Einzelschadenebene
- ....

## Micro-level reserving Implementierungsstrategie

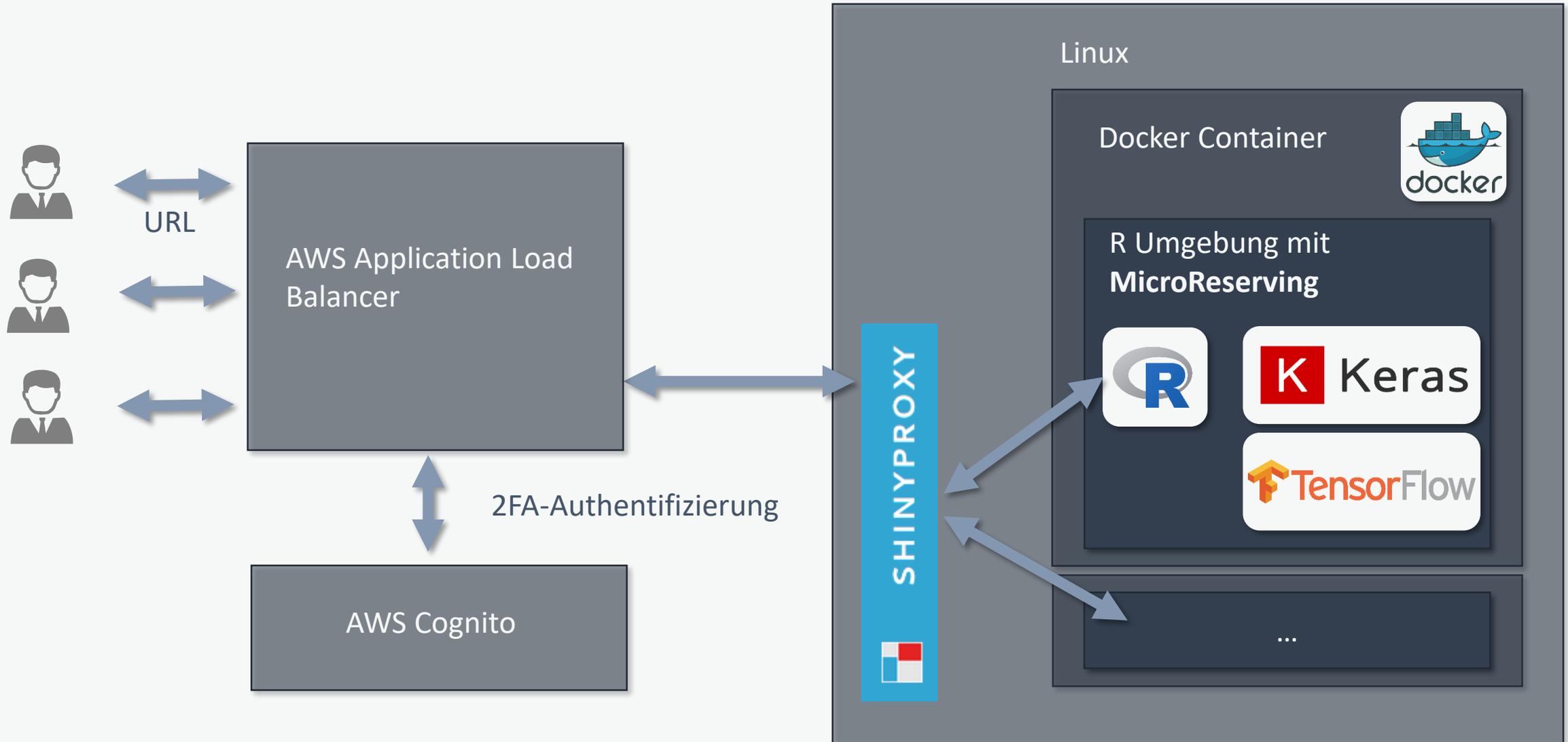
Eine App in der Sprache **R**, die alle algorithmischen Ansätze in einem Rechenkern vereint:

- R package [ChainLadder](#) für **Makro**-Ebene
- R package [DCL](#) für **Meso**-Ebene
- Leistungsfähiges Deep Learning Framework für die **Mikro**-Ebene: Keras und Tensorflow
- intuitive Web App

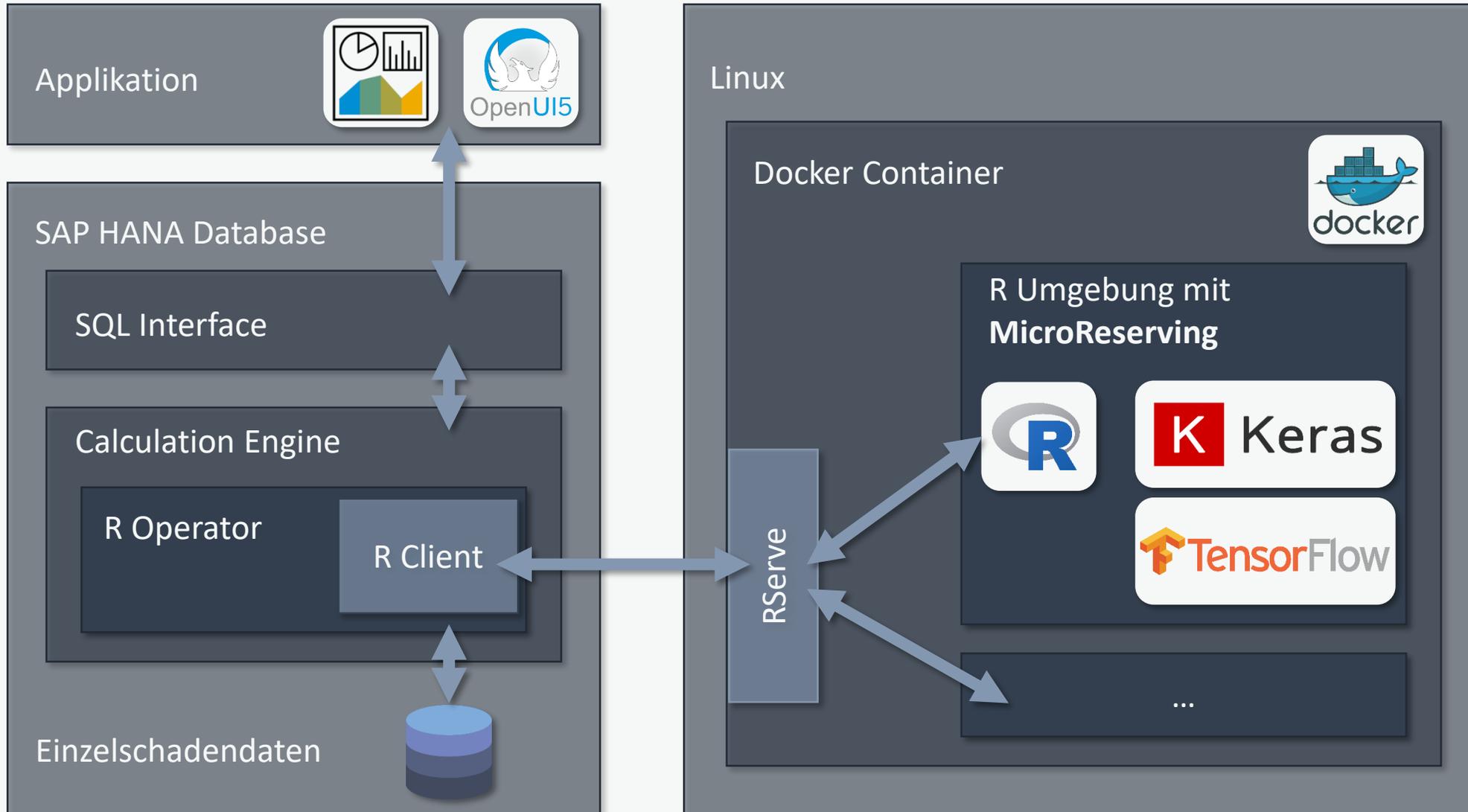


- und Einbau “klassischer” Ansätze auf der **Mikro**-Ebene (z.B. nearest neighbour).

# Micro-level reserving WebApp



# Micro-level reserving Integration in ein SAP Ökosystem



# Micro-level reserving Live-Demo



# Micro-level reserving Frei verfügbare Materialien

- Videos in [Deutsch](#) und [Englisch](#) im Youtube Kanal der minnosphere



IBNR – Deep Learning for single claims reserving

- [Fachartikel](#) in „Der Aktuar“ 2/19

Fachartikel

Matthias Allmannsberger, Dr. Wolfgang Kreitmeier und Elisabeth Tercero

## Micro-level Reserving – Implementation einzelschadenbasierter Reservierungsverfahren

- minnosphere Landing Page:

<http://minnosphere.westeurope.cloudapp.azure.com/ibnr/>

**IBNR – Reserves for outstanding claims**

Based on occurred claims, their development and the resulting run-off triangle, estimation for future claim payments are calculated. Therefore, known methods, already implemented in R packages, are applied on aggregated level as well as newer machine learning

[White Paper](#) [Video](#)

- **Schätzqualität:**
  - Einzelschadenbasierte Verfahren ergänzen das Instrumentarium an Verfahren
  - **Chance** auf höhere Prognosegenauigkeit durch Berücksichtigung aller vorhandenen Daten auf der Mikro-Ebene
  - ggf. Vermeidung von Überreservierung und Reduktion von Solvenzkapital.
  - Fehlerermittlung durch Bootstrapping (Re-Reserving)
- **Methodik:**
  - Rückverteilung der Reserve auf Einzelrisikoebene wird durch Mikro-Modell überflüssig
  - Plausibilisierung/Vergleich mit “plain” Chain-Ladder – falls gleichrangige Schätzqualität überwiegen ggf. Vorteile exakter RV-Abbildung und besserer Cash Flow-Projektion
- **Durchgängigkeit und Prozessoptimierung:**
  - RV-/Retrozessionseffekte schneller und genauer evaluieren
- **IT-Ansatz: Baukastensystem “Actuarial Workbench”**

Micro-level reserving  
Danke für Ihre Aufmerksamkeit



## Micro-level reserving Quellennachweis

Antonio, Katrien, and Richard Plat. "Micro-level stochastic loss reserving for general insurance." *Scandinavian Actuarial Journal* 2014.7 (2014): 649-669.

Avanzi, B., B. Wong, and X. Yang (2016). A micro-level claim count model with overdispersion and reporting delays. *Insurance: Mathematics and Economics* 71, 1-14.

Carrato Alessandro, From the Chain Ladder to Individual Claims Reserving using Machine Learning techniques, IAA Section Colloquium 2019 Cape Town ASTIN/NON-LIFE

Mack, Thomas. *Schadenversicherungsmathematik*. Vol. 28. Verlag Versicherungswirtschaft, 1997.

Miranda, María Dolores Martínez, Jens Perch Nielsen, and Richard Verrall. Double chain ladder. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA* 42.1 (2012): 59-76.

## Micro-level reserving Quellennachweis

Norberg, Ragnar. "Prediction of outstanding liabilities in non-life insurance 1." *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA* 23.1 (1993): 95-115.

Schumann, Steffen (SCOR) Single Loss Development Models for the Projection of Individual Large Claims for Long Tail Non-Proportional Reinsurance Pricings. ICA 2018

Zarkadoulas, Andreas. Neural network algorithms for the development of individual losses. (2017).  
Master thesis.

## Micro-level reserving



**Matthias Allmannsberger**  
Senior IT Consultant

[Matthias.allmannsberger@msg.group](mailto:Matthias.allmannsberger@msg.group)  
[Matthias.allmannsberger@minnosphere.com](mailto:Matthias.allmannsberger@minnosphere.com)



**Wolfgang Kreitmeier**  
Principal IT Consultant

[Wolfgang.kreitmeier@msg.group](mailto:Wolfgang.kreitmeier@msg.group)  
[Wolfgang.kreitmeier@minnosphere.com](mailto:Wolfgang.kreitmeier@minnosphere.com)



**Elisabeth Tercero**  
Senior IT Consultant

[Elisabeth.tercero@msg.group](mailto:Elisabeth.tercero@msg.group)  
[Elisabeth.tercero@minnosphere.com](mailto:Elisabeth.tercero@minnosphere.com)

**msg systems ag**  
**minnosphere GmbH**  
Robert-Buerkle-Str. 1, 85737 Ismaning  
Deutschland

[www.msg.group](http://www.msg.group)  
<https://www.minnosphere.com/>