

KI-basierte Materialmodellierung für Holz als Konstruktionswerkstoff

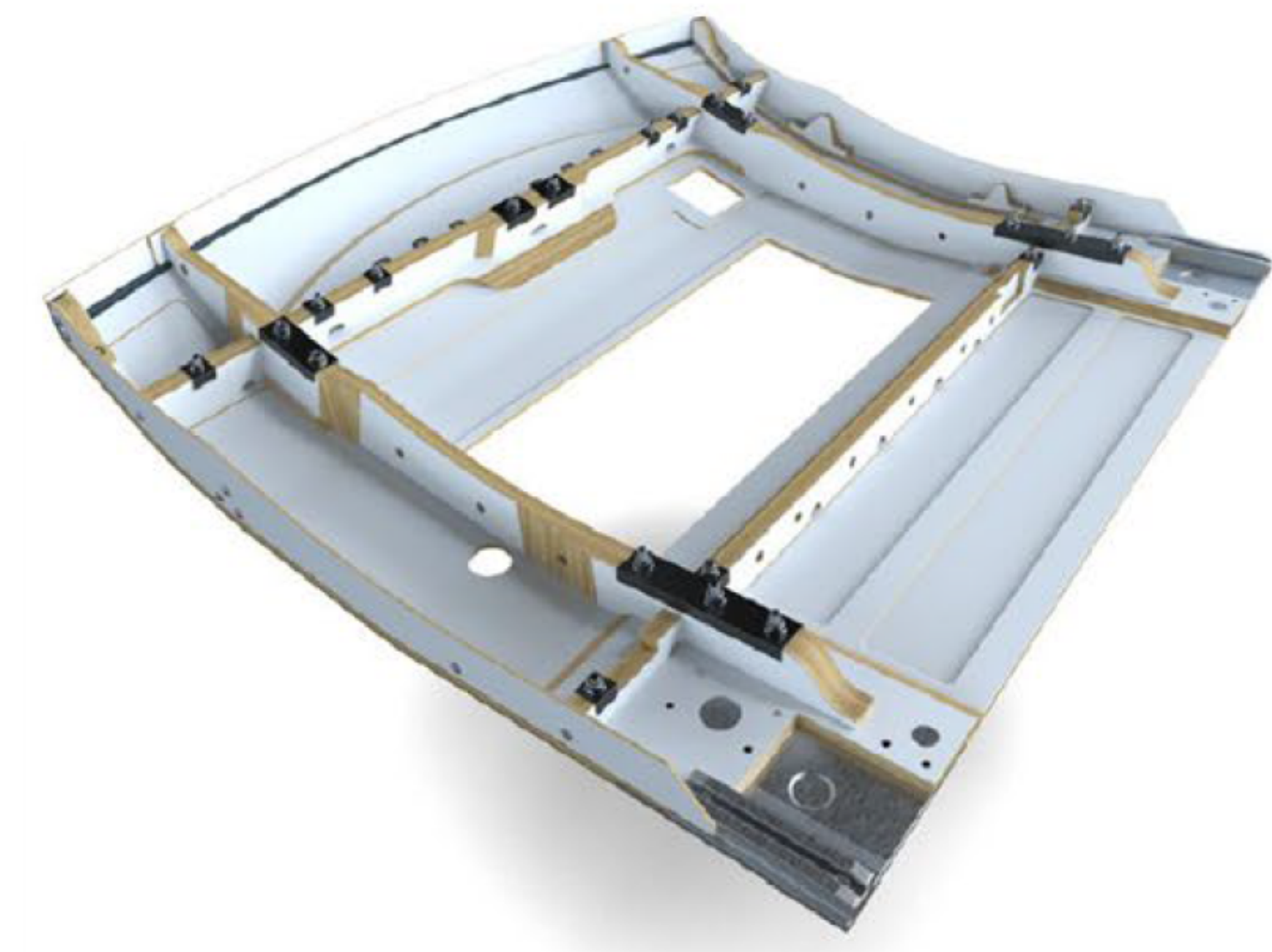
Michael Kofler¹, Lukas Peyker², Mathias H. Luxner² und Heinz E. Pettermann¹

¹Institute of Lightweight Design and Structural Biomechanics, TU Wien, 1060 Wien, Österreich | michael.kofler@tuwien.ac.at, heinz.pettermann@tuwien.ac.at

²LUXNER Engineering ZT GmbH, 6460 Imst, Österreich | lukas.peyker@luxner-zt.com, m.luxner@luxner-zt.com

Motivation

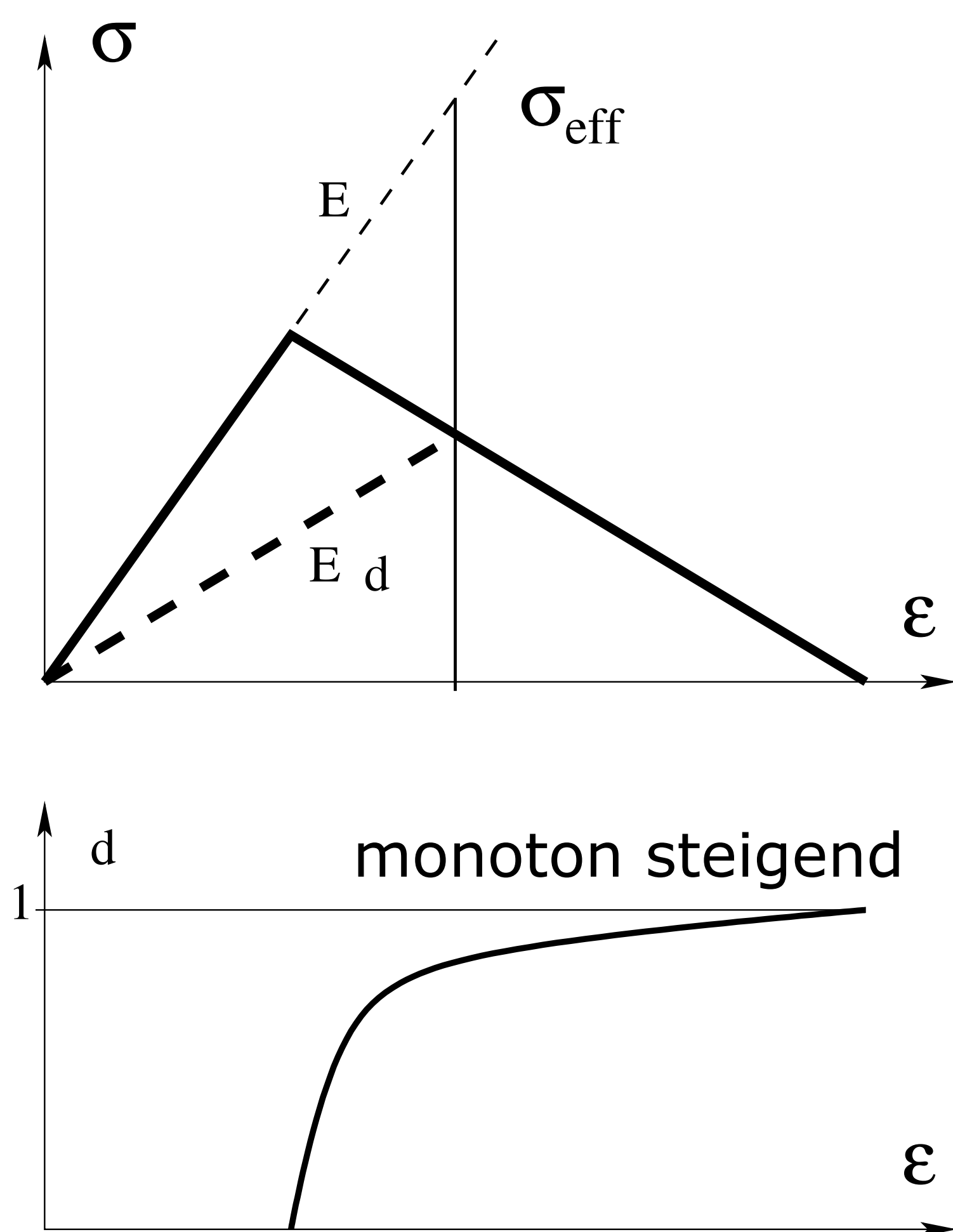
Ziel des Projektes ist die Weiterentwicklung der Materialmodelle von Holz-Funieren und Sperrholzverbunden. Besondere Herausforderungen sind dabei die stark richtungsabhängigen Eigenschaften von Holz und das spezifische Bruchverhalten. Diese sollen durch neuronale Netze modelliert werden. Die Verfügbarkeit solcher Modelle im Rahmen nichtlinearer FEM-Simulationen ermöglichen Bauteilberechnungen bis hin zum Bauteilbruch. Dadurch lassen sich die Sicherheitsmargen verringern. Eine Überdimensionierung kann vermieden und leichtere, (kraftstoff-)effiziente Konstruktionen können realisiert werden.



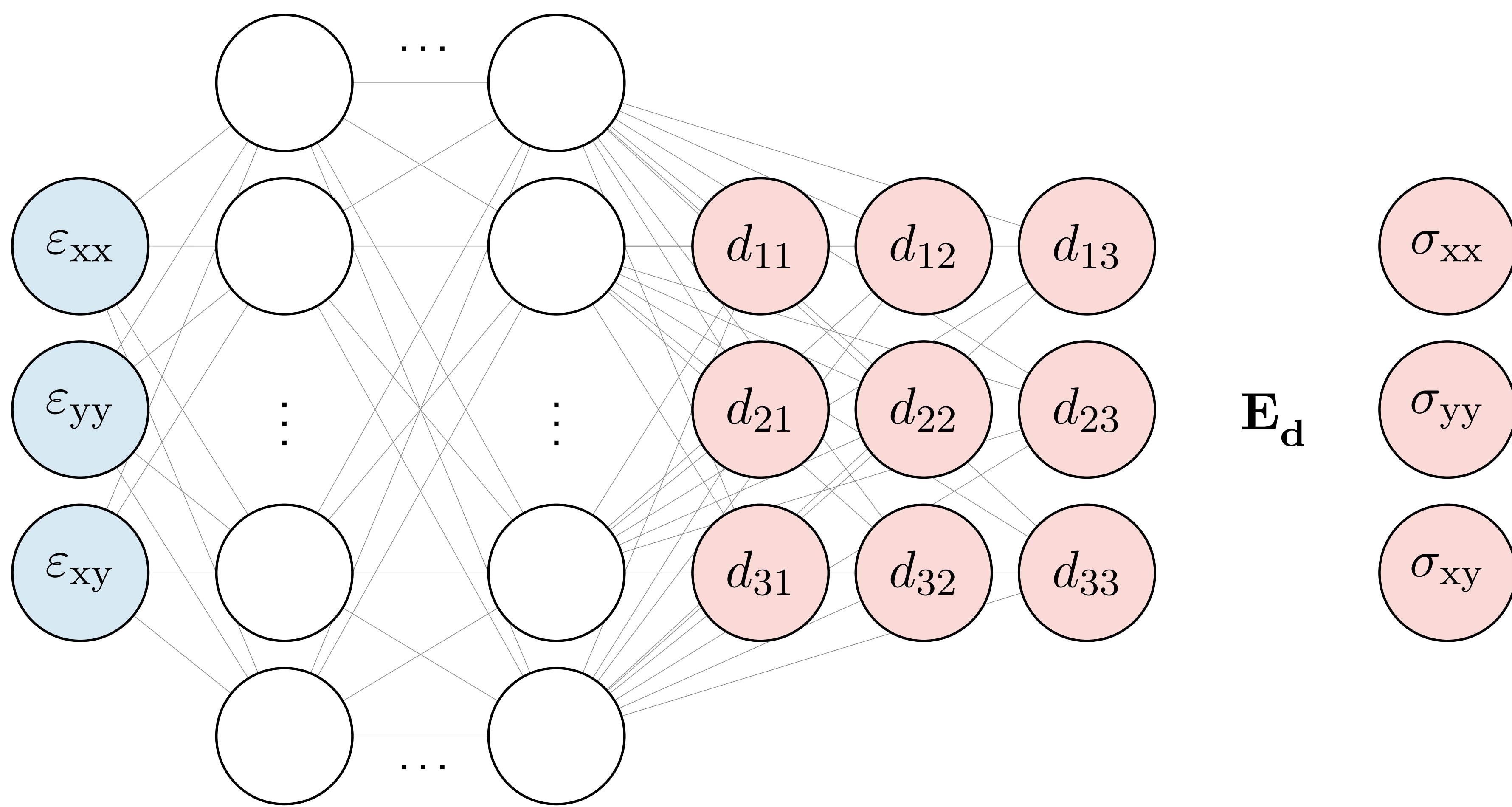
Methoden

Es wird Elasto-Schädigungs-Verhalten angenommen, das durch einen geschädigten Elastizitätstensor beschrieben wird. Dieser ist abhängig vom ungeschädigten Elastizitätstensor und einer Reihe von monoton steigenden Schädigungsvariablen.

$$\sigma = E_d \varepsilon, \quad \text{mit} \quad E_d = f(E, d)$$



Ein feedforward neuronales Netz wird verwendet, um jedem Dehnungstensor einen zugehörigen Schädigungstensor zuzuordnen. Anschließend wird daraus ein geschädigter Elastizitätstensor bestimmt, der zur Berechnung der geschädigten Spannungen verwendet wird.

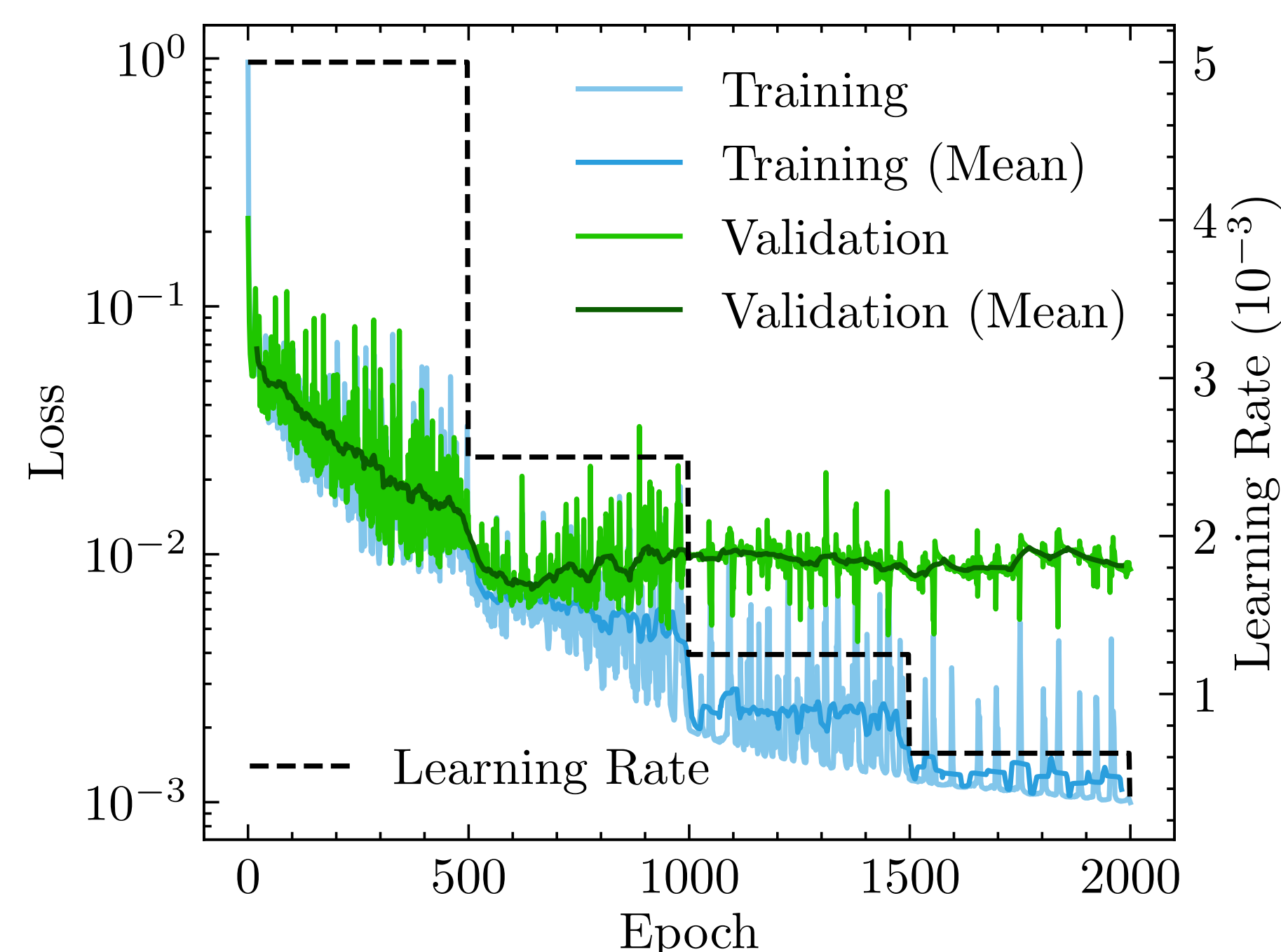


Das Training des neuronalen Netzes erfolgt durch den Vergleich des Outputs des neuronalen Netzes mit generierten Daten aus dem FEM-Programm Abaqus. Dafür werden 1600 Lastpfade erstellt mit jeweils 400 Inkrementen.

$$\arg \min_{\theta} \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \mathcal{L}(\sigma_{n,m}, \hat{\sigma}_{n,m}) \quad \sigma_{n,m} = (I - D) E (I - D)^T \varepsilon_{n,m}$$

Ergebnisse

Trainingsverlauf



Das trainierte Netz wird als Konstitutivgesetz (VUMAT) in das FEM-Programm Abaqus implementiert. Dabei wird berücksichtigt, dass die Komponenten des Schädigungstensors monoton steigen.

