

# Anwenden von „Machine-Learning“ zur Bestimmung des Heizwärmebedarfs eines Gebäudes

## Ausgangslage

Der Gebäudeausweis der Kantone, kurz GEAK, ist ein Werkzeug zur Bestimmung der Energieeffizienz eines Gebäudes. Die Effizienz der Gebäudehülle wird durch die Berechnung des Heizwärmebedarfs bestimmt. Heute wird ein GEAK durch zertifizierte GEAK Experten unter Anwendung eines Online-Tools ausgestellt und in einer Datenbank abgespeichert. Die Effizienz der Gebäudehülle wird dabei durch einen auf Formeln basierenden Algorithmus berechnet. Dies ist ein zeitintensiver Prozess, welcher mit Berücksichtigung der steigenden GEAK Zahlen schwer zu stemmen wird.

## Methode

Der Heizwärmebedarf wird durch ein Deep Neural Network (DNN) vorhergesagt, das DNN trainiert ein Modell aufgrund eines vom GEAK zur Verfügung gestellten Datensatzes. Das DNN erkennt Muster zwischen Eingabeschicht und Ausgabeschicht und bildet diese mit Parametern in den verborgenen Schichten nach. Diese Parameter werden anschliessend als Modell genutzt um den Heizwärmebedarf vorherzusagen. Als Eingabe werden folgende Parameter verwendet: Energiebezugsfläche, Baujahr, Ausrichtung, Anzahl Vollgeschosse, Jahresdurchschnittstemperatur sowie die U-Werte für Dach, Aussenwände, Boden und Fenster. Es werden zwei Modelle entwickelt, welche jeweils den Heizwärmebedarf für Einfamilienhäuser und für Mehrfamilienhäuser vorhersagen.

Kriterium	Einfamilienhäuser	Mehrfamilienhäuser
Mittlerer Absoluter Fehler Heizwärmebedarf	17.8 kWh/m²a	14.1 kWh/m²a
GEAK Klasse richtig vorhergesagt	62.8 %	65.7 %
1 GEAK Klasse verfehlt	31.2 %	30.5 %
2 GEAK Klassen verfehlt	6 %	3.8 %

## Diskussion

- Der Heizwärmebedarf welcher von den GEAK Experten bestimmt wurde, wird als Zielwert genutzt, dieser hat aber aufgrund von Flüchtigkeitsfehlern und Falscheinschätzungen ebenfalls eine Abweichung vom Realwert.
- Befindet sich ein Heizwärmebedarf nahe an der Grenze einer GEAK Klasse, sollte die Vorhersage des Modells genauer untersucht werden, damit eine falsche Einteilung ausgeschlossen werden kann.

## Ziele

Die Arbeit soll untersuchen, ob es möglich ist, einen Algorithmus zu entwickeln, der den Heizwärmebedarf eines Gebäudes mithilfe von Machine-Learning vorhersagen kann. Der Machine-Learning Algorithmus soll mithilfe der bestehenden GEAK Datenbank ein Modell entwickeln, dass den Heizwärmebedarf vorhersagt und die Berechnung somit vereinfachen und beschleunigen soll. Es soll abgeklärt werden, ob dies möglich ist und wie genau der vom Modell vorhergesagte Heizwärmebedarf im Vergleich zu dem von den GEAK Experten berechneten Heizwärmebedarf ist.

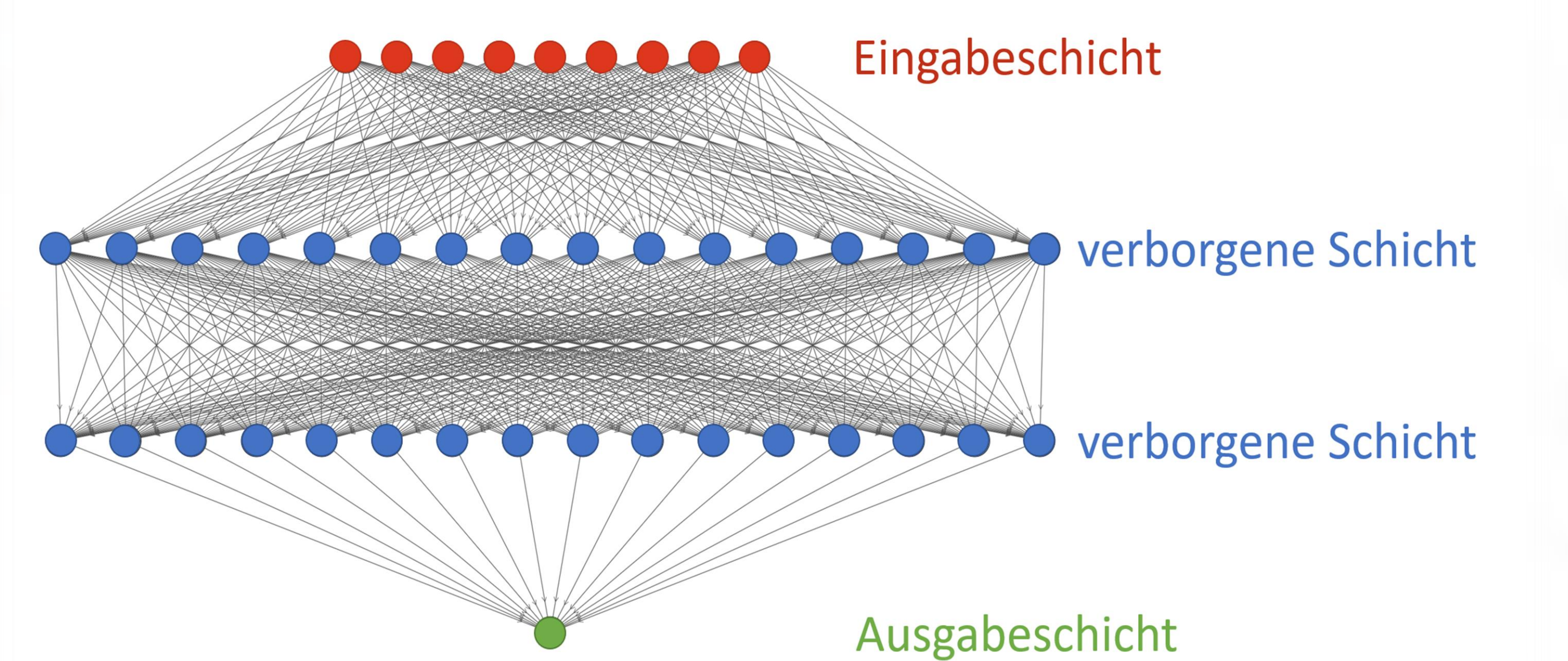


Abbildung 1: Visualisierung des Deep Neural Network mit 9 Inputs und dem Heizwärmebedarf als Output.

## Resultate

Das vom Machine-Learning trainierte Modell kann den Heizwärmebedarf mit einem mittleren Absoluten Fehler von 17.9 kWh/m²a für Einfamilienhäuser und 14.7 kWh/m²a für Mehrfamilienhäuser vorhersagen. Dies entspricht einer durchschnittlichen Abweichung von 15,5% für Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser. Mit dem vom Modell vorhergesagten Heizwärmebedarf wird bei rund zwei Dritteln der Gebäude die richtige GEAK Klasse vorhergesagt, bei rund 5% verfehlt die Vorhersagung zwei GEAK Klassen.

## Empfehlung

Die Modelle können den Heizwärmebedarf mit zirka 15% Abweichung voraussagen, die Modelle könnten somit zur Unterstützung der GEAK Experten genutzt werden. Das Modell könnte als vorgängige Einschätzung oder als abschliessende Kontrolle genutzt werden.