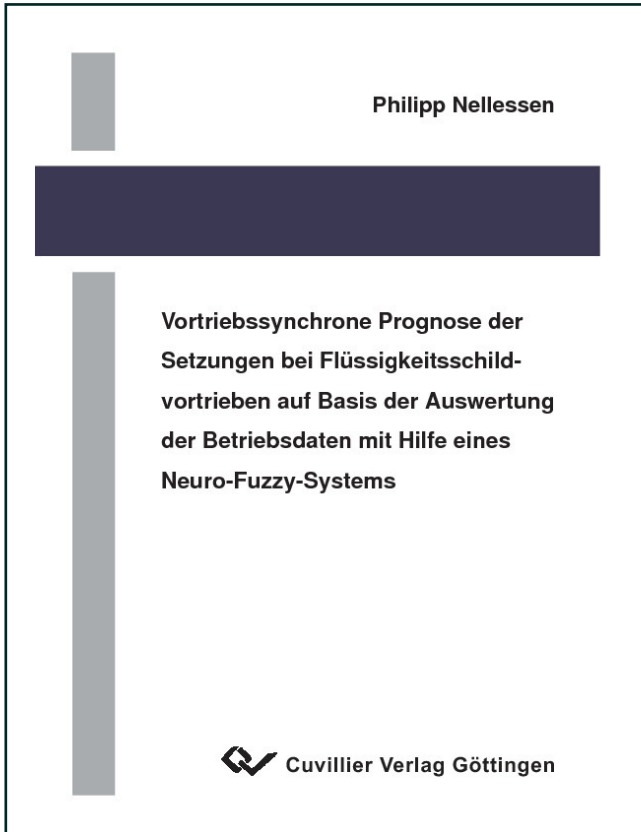




Philipp Nellessen (Autor)

Vortriebssynchrone Prognose der Setzungen bei Flüssigkeitsschildvortrieben auf Basis der Auswertung der Betriebsdaten mit Hilfe eines Neuro-Fuzzy-Systems



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2461>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Allgemeines	1
1.2	Problemstellung	3
1.3	Zielsetzung	4
1.4	Aufbau der Arbeit.....	4
2	Stand der Technik und Forschung	6
2.1	Notwendigkeit der Setzungsminimierung	6
2.1.1	Einfluss der Setzungen auf die anstehende Bebauung	6
2.1.2	Einfluss der Setzungen auf die Qualität und Lebensdauer der Tunnelröhre	7
2.2	Datenaufnahme und -auswertung bei modernen Flüssigkeits- schildvortrieben	9
2.2.1	Aufnahme der Vortriebsdaten.....	9
2.2.2	Genauigkeit der Messinstrumente.....	11
2.2.3	Aufnahme und Genauigkeit der Vermessungsdaten	15
2.2.4	Datenauswertung	17
2.3	Verfahren zur Berechnung der Setzungen	17
2.3.1	Klassische Verfahren zur Berechnung der Setzungen	17
2.3.2	Entwicklungsansätze für Verfahren zur möglichen vortriebssynchronen Berechnung der Setzungen	21
2.3.3	Mängel der bisherigen Verfahren und Entwicklungsansätze zur Berechnung der Setzungen.....	23
2.4	Schlussfolgerung	25
3	Theoretische Betrachtung der Fuzzy-Logik und der künstlichen neuronalen Netzwerke	26
3.1	Fuzzy-Logik	26
3.1.1	Einleitung	26
3.1.2	Grundlagen der Fuzzy-Theorie.....	26
3.1.3	Fuzzy-Modelltypen	32
3.1.4	Bisherige Anwendungen der Fuzzy-Logik im Tunnelbau.....	33
3.1.5	Vor- und Nachteile der Fuzzy-Logik	35

3.2	Künstliche neuronale Netze (KNN)	36
3.2.1	Einleitung.....	36
3.2.2	Grundlagen der KNN.....	36
3.2.3	Bisherige Anwendungen der KNN im Tunnelbau.....	40
3.2.4	Vor- und Nachteile der KNN.....	42
3.3	Neuro-Fuzzy Konzepte	42
3.4	Zusammenfassung	44
4	Analyse der Interaktion zwischen Schildvortrieb und Setzungen	46
4.1	Einleitung	46
4.2	Analyse der Setzungsursachen und Einflussfaktoren	46
4.2.1	Allgemeines	46
4.2.2	Setzungsursachen.....	48
4.2.3	Einflussfaktoren	54
4.3	Analyse des Setzungsverlaufs eines Punktes an der Geländeoberfläche ..	58
4.3.1	Aufteilung der Setzungsbereiche	58
4.3.2	Anfang und Ende der Setzungsbewegung.....	59
4.4	Analyse der Setzungsmulde quer zur Tunnelachse	60
4.4.1	Funktionale Beschreibung der Setzungsmulde.....	61
4.4.2	Bestimmung des Flexionspunktes.....	61
4.4.3	Vergleich der Berechnungsverfahren.....	62
4.5	Zusammenfassung	64
5	Neuer Ansatz zu einer neuro-fuzzy-basierten Prognose der Setzungen	66
5.1	Grundkonzept	66
5.1.1	Aufbau	66
5.1.2	Details zur Prognose des Setzungsverhaltens und zur adaptiven Verbesserung der Wissensbasen	68
5.1.3	Begrenzung der Anzahl der Regeln	70
5.1.4	Vorgehen zur Entwicklung der Fuzzy-Systeme.....	70
5.2	Definition der maßgebenden Eingangsparameter	71
5.2.1	Definition der Eingangsparameter zur Beschreibung der Setzungsursachen vor Passage des Schneidrades.....	71
5.2.2	Definition der Eingangsparameter zur Beschreibung der Setzungsursachen nach Passage des Schneidrades.....	77
5.2.3	Definition der Eingangsparameter zur Beschreibung der übergeordneten Einflussfaktoren	83
5.2.4	Einfluss des Abstandes zwischen der Schildmaschine und dem betrachteten Punkt	85
5.2.5	Zusammenfassung und Struktur des Systems.....	85

5.3	Definition der Fuzzy-Mengen	90
5.4	Entwicklung der Regelbasen	94
5.4.1	Systeme zur Prognose der Setzungen.....	94
5.4.2	Optionale Subsysteme zur Berücksichtigung der Bodenmehrentnahmen.....	95
5.5	Softwaretechnische Umsetzung des neuen Ansatzes zur Setzungsberechnung.....	96
5.5.1	Entwicklungsumgebung MATLAB	96
5.5.2	Modellierung der fuzzy-logischen Auswertung der Prozessdaten	96
5.5.3	Modellierung der adaptiven Verbesserung der Wissensbasen mit einem KNN	97
5.5.4	Modellierung der Anpassung des Verlaufs der Setzungsmulde	104
5.5.5	Programmablauf	104
6	Validierung des neuen Ansatzes zur Setzungsprognose anhand von Praxisdaten	109
6.1	Referenzprojekte	109
6.1.1	Pannerdenschkanaltunnel	109
6.1.2	Sophiaspoortunnel.....	112
6.2	Aufbereitung der Prozessdaten	114
6.2.1	Verknüpfung der unterschiedlichen Datengruppen	114
6.2.2	Reduzierung des Fehleranteils.....	114
6.2.3	Anzahl der vorhandenen Datensätze und Testablauf	115
6.3	Vergleichsrechnungen – Prognose der verursachten Setzungen	116
6.3.1	Testkriterien.....	116
6.3.2	Test der manuell erstellten Wissensbasen.....	116
6.3.3	Test der schrittweisen adaptiven Verbesserung der Wissensbasen durch ein KNN	120
6.3.4	Test des Systems unter Berücksichtigung der Bodenmehrentnahmen	127
6.3.5	Test der Übertragbarkeit auf vergleichbare Projekte.....	130
6.3.6	Überprüfung der Anpassung der funktionalen Beschreibung des Setzungsverlaufs quer zur Tunnelachse.....	134
6.4	Zusammenfassung der Ergebnisse	135
7	Empfehlungen zum Praxiseinsatz und Ausblick	137
7.1	Empfehlungen zum Praxiseinsatz	137
7.2	Ausblick	139
8	Zusammenfassung	141
9	Literatur	145
10	Symbole und Abkürzungen	154

11	Anhang.....	159
11.1	Fehlerrechnung zur abschnittswisen zeitlichen Linearisierung des Setzungsverlaufs	159
11.2	Beispiel zur Arbeitsweise des Fuzzy-Systems.....	160
11.3	Darstellung der entwickelten Regelbasen	165
11.3.1	Regelbasis zur Berechnung der vorauselenden Setzungen	165
11.3.2	Regelbasis zu Berechnung der nachlaufenden Setzungen	171
11.3.3	Regelbasis zur Bestimmung der Bodenmehrentnahmen.....	176
11.3.4	Regelbasis zur Berechnung der Ortsbruststützung	178
11.3.5	Darstellung des Programmcodes mit Struktogrammen	179