

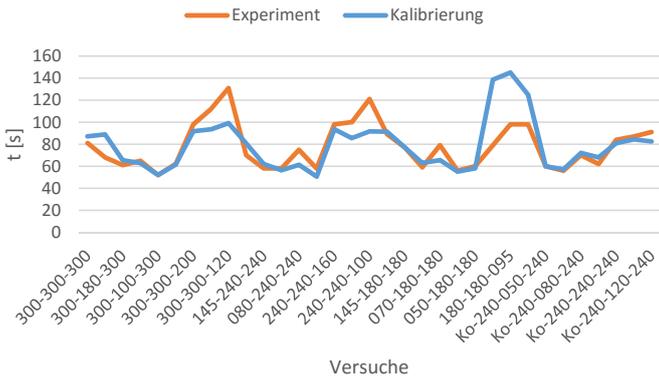
# Erstellung eines Multi-Kriterien-Leistungsindex für die Evaluierung von Notfalleвакуierungen von Fußgängern

## Master's Thesis von Tim Riedl

### Mentoren:

M.Sc. Sasan Amini  
Dr.-Ing. Antonios Tsakareostos

Vergleich der Fußgängerreisezeiten



Um einen Multi-Kriterien-Leistungsindex zu erstellen, wird eine Bezugsgrundlage benötigt. In dieser Arbeit dienen die Ergebnisse des Handrechenverfahrens für die Evakuierungszeit von Fußgängern von Predtetschski und Milinski als Referenzwerte. Um unterschiedliche Szenarien untersuchen zu können wurde das Programm PTV Viswalk verwendet, welches zuvor anhand von Laborexperimenten aus dem Forschungsprojekt „Hermes“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung kalibriert wurde. Das Programm PTV Viswalk verwendet dabei das „Social-Force-Modell“ nach Helbing, um das Laufverhalten von Fußgängern abzubilden. Wie in der Mechanik werden Kräfte angesetzt, die sowohl sozialer, psychologischer, als auch physischer Natur sind. Zusammengesetzt ergeben diese eine resultierende Gesamtkraft und Beschleunigung des Fußgängers. Im Vergleich mit dem Kürzesten-Wege Prinzip wird nicht nur die Weglänge betrachtet, sondern auch Hindernisse sowie andere Fußgänger.

Der Multi-Kriterien-Leistungsindex besteht aus drei Teilen. Der erste Teil gibt an, wie sich die tatsächlich (simulierte) zu erwartende Evakuierungszeit zu der berechneten Evakuierungszeit von Predtetschski und Milinski verhält. Dabei werden verschiedene Situationen, geometrische Größen (z.B. Rettungswegbreiten und -längen) und demographische Einflüsse berücksichtigt, aus denen sich die einzelnen Teilindikatoren ergeben. Besondere Beachtung muss dabei die gegenseitige Beeinflussung dieser Teilindikatoren finden. Der zweite Teil des Multi-Kriterien-Leistungsindex wird durch einen Großbuchstaben (A-F) wiedergegeben. Dieser beschreibt den zu erwartenden Level of Service im Wartebereich eines Personenstaus und beurteilt die Qualität der Staugröße anhand der Personendichte. Der dritte Teil besteht aus einem Kleinbuchstaben (a-f), durch den das Verhältnis der Stauzeit im Startraum der Fluchtbewegung zur gesamten Evakuierungszeit ausgedrückt wird.

### Multi-Kriterien-Leistungsindex

$I_{pr,est} =$		<b>0,93</b>	<b>D</b>	<b>d</b>
<b>Eingabe:</b>				
Anzahl der Personen Pro Ausgang:	450		Die Evakuierungszeit der Simulation ist	7,34 % schneller
Anteil einer Kritischen Personengruppe	20 [%]		Die erwartete Evakuierungszeit beträgt	219,05 Sekunden
Anzahl der Ecken	2		Die Evakuierungszeit nach P&M beträgt	236,39 Sekunden
Geschw. der kritischen Personengruppe	5,31 [km/h]		Erwartete Stauzeit	121,34 Sekunden
<b>Art des Weges:</b>				
Breite:	10 [m]	2 [m]	2 [m]	0 [m]
Länge:	16 [m]	0 [m]	40 [m]	0 [m]
<b>Teilindikatoren</b>				
$I_{Raum-Tür}$	-68,3821			
$I_{RWBL}$	36,398	0	36,398	0
$I_{Tür-RW(b)}$	0	0	0	0

Da sowohl die Berechnung nach Predtetschski und Milinski, als auch die Anwendung des Multi-Kriterien-Leistungsindex einige Rechenschritte erfordern, wurde zur vereinfachten Anwendung jeweils ein Excel-Tool programmiert. Mithilfe der Excel-Tools können die Angaben zur geometrischen und demographischen Ausgangslage einfach und schnell getätigt werden. Anhand von verschiedenen Szenarien wurde die Gültigkeit des Multi-Kriterien-Leistungsindex überprüft. Somit ermöglicht es der Multi-Kriterien-Leistungsindex eine Vorab-Evaluierung der Qualität der zu erwartenden Evakuierung durchzuführen und kann bei der Planung von Veranstaltungen oder Gebäuden hilfreich sein.

$$I_{EVA(t),est} = I_{KritikA} * \frac{t_{pr} + I_{Raum-Tür} + I_{RWBL} + I_{Tür-RW(b)} + I_{Tür} + I_{Ecke(n)} + I_{Treppen}}{t_{PR}} ; (A-F); (a-f)$$

Mit

$$I_{Raum-Tür} = \Delta t_{Raum-Tür} = -0,0001 * \left(\frac{N}{b_{Tür}}\right)^2 - 0,3187 * \left(\frac{N}{b_{Tür}}\right) + 8,3879$$

$$I_{RWBL} = \Delta t_{RWBL} = 0,191 * \left(\frac{N}{b}\right) - 22,95 + 0,136 * (N - 200) - \left(\frac{20,37 + 2,74 * (b-1)}{20}\right) * (l - 40) - 8,814 * b$$

$$I_{Tür-RW(b)} = \Delta t_{Tür-RW(b)} = (-318,98 + 0,6 * (N - 200)) * \left(\frac{b_{Tür}}{b_{RW}}\right)^2 + (400,05 - 0,54 * (N - 200)) * \left(\frac{b_{Tür}}{b_{RW}}\right) - 86,53$$

$$I_{Tür} = \Delta t_{Tür} = \begin{cases} \frac{b_{Tür}}{b_{Tür-1}} > 0,75; I_{Tür} = 9,813 * \left(\frac{b_{Tür}}{b_{Tür-1}}\right)^2 - 33,231 * \left(\frac{b_{Tür}}{b_{Tür-1}}\right) + 27,52 \\ \frac{b_{Tür}}{b_{Tür-1}} < 0,75; I_{Tür} = (193,6 + 1 * (N - 200)) * \left(\frac{b_{Tür}}{b_{Tür-1}}\right) - 157,32 - 0,82 * (N - 200) \end{cases}$$

$$I_{Ecke(n)} = \Delta t_{Ecke(n)} = 0,39 * n + 3,63$$

$$I_{Treppen} = \Delta t_{Treppen} = -6,39 * l - 27,15 + \frac{0,42 * l - 2,58}{50} * (N - 250)$$

$$I_{KritikA} = t_{KritikA} = \left(\frac{b_{Tür}-1}{80}\right) * \frac{N_{KritikA}}{N} + 1$$