

**Zur prognostischen Validität des Fatigue
und Risk Indexes (FRI)
zur Vorhersage von
gesundheitlichen Beeinträchtigungen und
Sicherheitsrisiken
aus den Arbeitszeiten**

Jana Greubel
Friedhelm Nachreiner
Ole Dittmar

56. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft,
Institut für Arbeitswissenschaft, Technische Universität Darmstadt,
24. – 26. März 2010.

- **Gefährdungsbeurteilung:**
Erfordernis der Abschätzung von Gesundheits- und Sicherheitsrisiken
→ hier insbesondere auch von arbeitszeitbedingten Risiken
- **Praxis:**
selten mangels geeigneter Instrumente
- **Fatigue and Risk Index Calculator (FRI)**
von Spencer et al. (2006)

Risk & Fatigue Index Calculator

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Fatigue Index Calculator												
2	Read the manual before using! Go to http://www.hse.gov.uk/RESEARCH/rrpdf/rr446g.pdf												
3													
4	Company							Assessor					
5	Location												
6	Shift ID							<input type="checkbox"/> Display schedule <input type="checkbox"/> Display charts					
7	Date							© Crown Copyright 2005 Version 2.2					
8	Mode	Fatigue	Defaults	Reset Index	Calculate Index			About					
9													
10	Day	On Duty	Off Duty	Job type / breaks	Commuting Time	Duty Length	Rest Length	Average duty per day	Cumulative component	Duty timing component	Job type / Breaks component	Fatigue Index	
11	03.01.2008	14:00	22:00	Default	Default	8h	Fully Rested	8h	0,1	0,9	2,5	3,4	
12	04.01.2008	14:00	22:00	Default	Default	8h	16h	8h	0,3	0,9	2,5	3,6	
13	05.01.2008	14:00	22:00	Default	Default	8h	16h	8h	0,6	0,9	2,5	4,0	
14	06.01.2008	14:00	22:00	Default	Default	8h	16h	8h	1,1	0,9	2,5	4,4	
15	07.01.2008	14:00	22:00	Default	Default	8h	16h	8h	1,6	0,9	2,5	5,0	
16	08.01.2008	14:00	22:00	Default	Default	8h	16h	8h	2,2	0,9	2,5	5,5	
17	09.01.2008	14:00	22:00	Default	Default	8h	16h	8h	2,8	0,9	2,5	6,1	
18	12.01.2008	06:00	14:00	Default	Default	8h	2d 8h	6h 24m	1,1	1,0	1,6	3,6	
19	13.01.2008	06:00	14:00	Default	Default	8h	16h	6h 33m	4,4	1,0	1,6	6,9	
20	14.01.2008	06:00	14:00	Default	Default	8h	16h	6h 40m	8,3	1,0	1,6	10,7	
21	15.01.2008	06:00	14:00	Default	Default	8h	16h	6h 46m	11,8	1,0	1,6	14,0	
22	16.01.2008	06:00	14:00	Default	Default	8h	16h	6h 51m	14,4	1,0	1,6	16,6	
23	17.01.2008	06:00	14:00	Default	Default	8h	16h	6h 56m	16,5	1,0	1,6	18,6	
24	18.01.2008	06:00	14:00	Default	Default	8h	16h	7h	18,1	1,0	1,6	20,2	
25	22.01.2008	22:00	06:00	Default	Default	8h	4d 8h	5h 43m	0,2	10,6	16,2	27,0	
26	23.01.2008	22:00	06:00	Default	Default	8h	16h	5h 49m	3,5	10,6	16,2	29,4	
27	24.01.2008	22:00	06:00	Default	Default	8h	16h	5h 55m	8,9	10,6	16,2	33,3	
28	25.01.2008	22:00	06:00	Default	Default	8h	16h	6h	13,4	10,6	16,2	36,6	
29	26.01.2008	22:00	06:00	Default	Default	8h	16h	6h 5m	16,7	10,6	16,2	39,1	
30	27.01.2008	22:00	06:00	Default	Default	8h	16h	6h 9m	19,1	10,6	16,2	40,8	

Hintergrund: FRI

- **RI**: relatives Unfallrisiko einer Schicht bzw. eines Schichtplans
- **FI**: Prozentsatz der Personen, die ein KSS rating ≥ 7 bekämen
- Referenzwerte des Referenzschichtplans:
TTNNRRRRR (12h/Schicht)
 - FI: 20.7
 - RI: 1.0

Fragestellung

- Sind der FI und der RI in der Lage, negative Effekte verschiedener Arbeitszeitsysteme für Gesundheit und Sicherheit vorherzusagen, z.B.:
 - Häufigkeit von Arbeitsunfällen (RI)
 - gesundheitliche Beschwerden

Methoden – Datenbasis

➤ Sekundäranalyse

– Umfrage zu **Arbeitszeit und Gesundheit**

- Arbeitszeiten über 4 Wochen
 - Frage zum Auftreten von Arbeitsunfällen
 - Fragen zu gesundheitlichen Beschwerden
- Alle Personen (n=337)

– Umfrage zu **flexiblen Arbeitszeiten**

- Arbeitszeiten über 4 Wochen
 - Fragen zu gesundheitlichen Beschwerden
- nur Schichtarbeiter (n=121)

→ beide Datensätze zusammen: **n=458**

Unabhängige und abhängige Variablen

- unabhängige Variablen:
 - Parameter des RI und des FI
 - Maximum, Mittelwert, Varianz, Faktorenwerte

- abhängige Variablen:
 - Auftreten eines Arbeitsunfalles innerhalb des letzten Jahres
 - Häufigkeit von 17 verschiedenen gesundheitlichen Beschwerden

Ergebnisse

Verteilungen des FRI

	\bar{x}	σ	x_{\min}	x_{\max}	Schiefe	Exzess
FI _{max}	22.13	.71	2.09	62.30	.78	-.81
FI _{mittel}	10.35	.34	1.51	58.15	1.90	5.76
FI _{var}	80.35	5.56	.13	530.46	1.62	1.63
RI _{max}	1.18	.02	.74	3.78	3.36	15.28
RI _{mittel}	.90	.01	.70	2.35	3.98	24.49
RI _{var}	.03	.00	.00	.70	5.95	40.88

Verteilungen des FRI

	\bar{x}	σ	x_{\min}	x_{\max}	Schiefe	Exzess
FI _{max}	22.13	.71	2.09	62.30	.78	-.81
FI _{mittel}	10.35	.34	1.51	58.15	1.90	5.76
FI _{var}	80.35	5.56	.13	530.46	1.62	1.63
RI _{max}	1.18	.02	.74	3.78	3.36	15.28
RI _{mittel}	.90	.01	.70	2.35	3.98	24.49
RI _{var}	.03	.00	.00	.70	5.95	40.88

Verteilungen des FRI

	\bar{x}	σ	x_{\min}	x_{\max}	Schiefe	Exzess
FI _{max}	22.13	.71	2.09	62.30	.78	-.81
FI _{mittel}	10.35	.34	1.51	58.15	1.90	5.76
FI _{var}	80.35	5.56	.13	530.46	1.62	1.63
RI _{max}	1.18	.02	.74	3.78	3.36	15.28
RI _{mittel}	.90	.01	.70	2.35	3.98	24.49
RI _{var}	.03	.00	.00	.70	5.95	40.88

Korrelationen zwischen den Indices

Nichtparametrische Korrelationen (Kendall Tau-b)

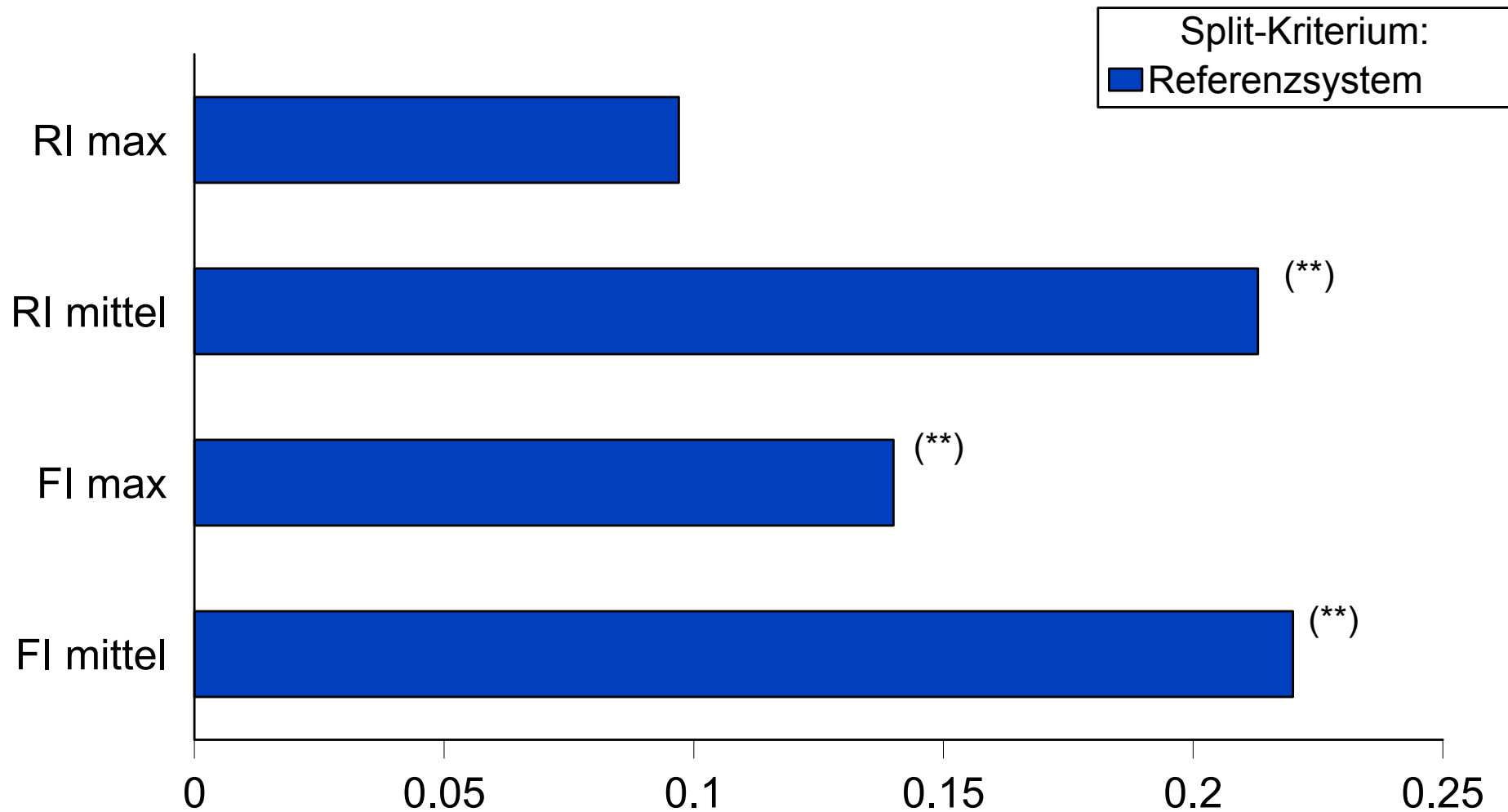
	RI _{mittel}	RI _{var}	FI _{max}	FI _{mittel}	FI _{var}
RI _{max}	.73	.83	.52	.47	.46
RI _{mittel}		.63	.47	.49	.42
RI _{var}			.52	.44	.48
FI _{max}				.80	.89
FI _{mittel}					.78

Faktorenanalyse des FRI

- Faktorenanalyse (HA) der Index-Parameter
 - zwei Faktoren mit Eigenwerten > 1
 - $R^2 = 87.47$
- rotierte Faktorenmatrix (Varimax-Rotation):

	Faktor	
	1	2
RI _{var}	.930	.175
RI _{max}	.903	.334
RI _{mittel}	.877	.314
FI _{max}	.300	.950
FI _{var}	.146	.872
FI _{mittel}	.434	.771

Korrelationen (φ) FRI / Unfälle



n=337 (18 mit Unfall)

(**) p<0.01

Regressionen: Vorhersage von Unfällen

- logistische Regression (schrittweise) zur Vorhersage von Arbeitsunfällen (n=337)

– Index-Parameter als Prädiktoren (max, mittel)

	Nagelkerks R ²	χ^2	Exp(B)			
			RI _{max}	RI _{mittel}	FI _{max}	FI _{mittel}
Unfall	.07	8.46**	n.s.	n.s.	1.04**	n.s.

– FI/RI Faktorenwerte als Prädiktoren

	Nagelkerks R ²	χ^2	Exp(B)	
			RI _{Faktor}	FI _{Faktor}
Unfall	.07	8.41**	n.s.	1.90**

(**) p<0.01

Korrelationen FRI / Beschwerden

Korrelationen: Kendall Tau-b	RI _{max}	RI _{mittel}	RI _{var}	FI _{max}	FI _{mittel}	FI _{var}	RI _{Faktor}	FI _{Faktor}
Magenbeschwerden (n=457)			.09*	.08*		.07*		.07*
Verdauungsstörungen (n=456)								
Übelkeit / Appetitlosigkeit (n=455)								
Aufstossen / Sodbrennen (n=456)	.09**	.09*	.09*	.11**	.11**	.11**		.11**
Verspannungen / Rückenprobleme (n=457)								
Schlafstörungen (n=456)	.13**	.10**	.15**	.18**	.17**	.18**		.19**
Schwindelgefühl (n=455)								
Nervosität / Herzklopfen (n=456)								
Tinnitus / Hörsturz (n=457)								
Atembeschwerden (n=457)								
Herzschmerzen (n=457)								
Pulsieren in den Adern (n=457)								.09*
Konzentrationschwäche (n=456)								
Mutlosigkeit / Bedrückung (n=457)								
Kopfschmerzen (n=456)			.07*					
Hauterkrankungen / Allergien (n=456)								
Gliederschmerzen / Erkältung (n=457)								.07*

(*) p<.05 (**) p<.01

Korrelationen FRI / Beschwerden

Korrelationen: Kendall Tau-b	RI _{max}	RI _{mittel}	RI _{var}	FI _{max}	FI _{mittel}	FI _{var}	RI _{Faktor}	FI _{Faktor}
Magenbeschwerden (n=457)			.09*	.08*		.07*		.07*
Verdauungsstörungen (n=456)								
Übelkeit / Appetitlosigkeit (n=455)								
Aufstossen / Sodbrennen (n=456)	.09**	.09*	.09*	.11**	.11**	.11**		.11**
Verspannungen / Rückenprobleme (n=457)								
Schlafstörungen (n=456)	.13**	.10**	.15**	.18**	.17**	.18**		.19**
Schwindelgefühl (n=455)								
Nervosität / Herzklopfen (n=456)								
Tinnitus / Hörsturz (n=457)								
Atembeschwerden (n=457)								
Herzschmerzen (n=457)								
Pulsieren in den Adern (n=457)								.09*
Konzentrationschwäche (n=456)								
Mutlosigkeit / Bedrückung (n=457)								
Kopfschmerzen (n=456)			.07*					
Hauterkrankungen / Allergien (n=456)								
Gliederschmerzen / Erkältung (n=457)								.07*

(*) p<.05 (**) p<.01

Regressionen: Vorhersage Gesundheit

- multiple Regression (schrittweise) zur Vorhersage von gesundheitlichen Beschwerden mit den FI/RI Faktorenwerten als Prädiktoren
 - Schlafstörungen

	R ²	F-Wert	β-Koeffizienten	
			RI _{Faktor}	FI _{Faktor}
Schlafstörungen	.06	30.92**	n.s.	.25**

- Verspannungen / Rückenprobleme

	R ²	F-Wert	β-Koeffizienten	
			RI _{Faktor}	FI _{Faktor}
Rücken- schmerzen / Verspannungen	.01	4.84*	n.s.	.10*

(*) p<0.05 / (**) p<0.01

Diskussion

- eher moderate Korrelationen zwischen dem FRI und den Kriterien, v.a. mit den Arbeitsunfällen

- Dies jedoch obwohl
 - weitere Risikofaktoren nicht kontrolliert werden konnten (z. B. Grundrisiko für Tätigkeit)
 - sich die Analysen auf individuelle und nicht auf aggregierte Daten beziehen

- Im Allgemeinen höhere Korrelationen für den FI (oder seine Komponenten) als für den RI
- FI in der Lage Schlafstörungen bis zu einem gewissen Grad vorherzusagen
→ erwartungskonform

Diskussion

- FI eher als RI als Prädiktor für das Auftreten von Arbeitsunfällen geeignet
 - FI schätzt zu erwartende Schläfrigkeit
 - Schichtsysteme, die zu erhöhter Schläfrigkeit führen, könnten auch zu mehr (durch Müdigkeit verursachten) Unfällen führen
 - Verteilungsprobleme der RI-Parameter
 - geringe Varianz
 - geringe Kovarianz mit den Kriterien

Schlussfolgerungen

- Korrelationen nicht ausreichend hoch, um verpflichtenden Einsatz des FRI zu rechtfertigen
 - freiwilliger Einsatz bei Neu- oder Umgestaltung von Schichtsystemen kann nutzbringend sein
- Eventuell bessere Prognosefähigkeit bei Kontrolle von weiteren Risikofaktoren (z.B. Grundrisiko)
- Weitere Analysen auf Basis aggregierter Daten zur Kontrolle zufälliger (individueller/situativer) Varianz
 - Voruntersuchung mit aggregierten Daten (4 Gruppen):
Korrelation RI_{\max} / Arbeitsunfall: $r = .96^*$
- Modifikationen des RI zur Erhöhung seiner Varianz

***Danke
für die Aufmerksamkeit!***

jana.greubel@gawo-ev.de