



EIN INTELLIGENTES LICHTLEITSYSTEM FÜR SELBSTÄNDIGE SENIOREN IM PRAXISTEST

Cornelia Schauber (YOUSE GmbH) &
Hermann Atz (apollis)

Agenda Vortrag

- ★ Das Forschungsprojekt – Details
- ★ Die Methode
- ★ Die Ergebnisse des Langzeittests
 - Vergleich Licht- und Kontrollgruppe
 - Lichteffekte auf Mobilität
 - Lichteffekte auf andere Parameter
- ★ Fazit & Ausblick

Das Forschungsprojekt „Guiding Light“

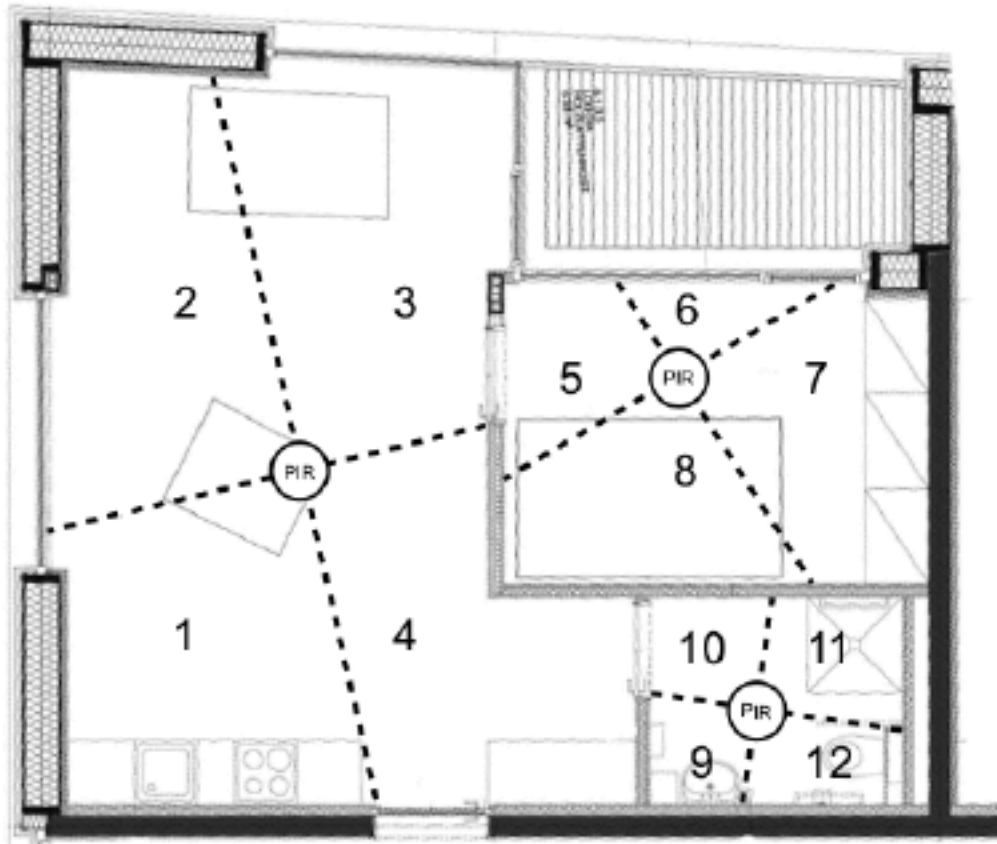
Das Forschungsprojekt



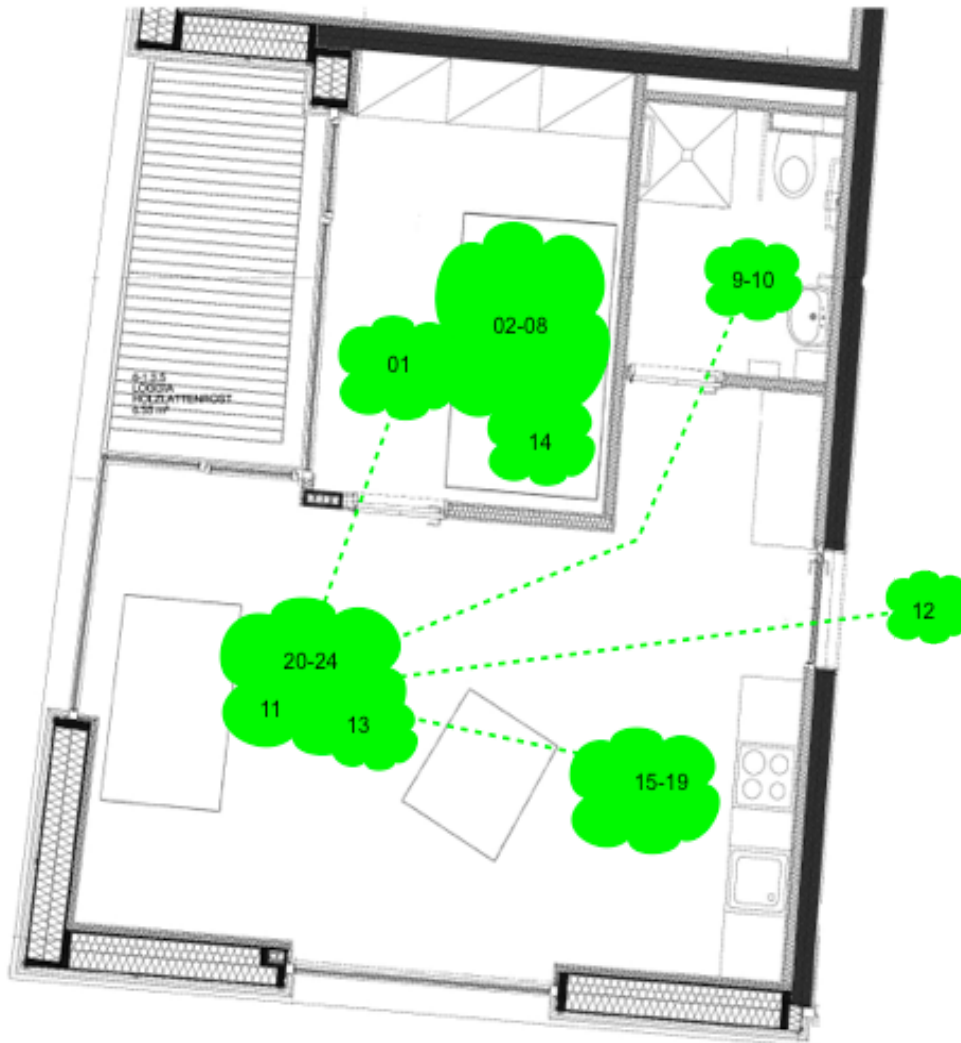
- ★ Förderung: EU, AAL-JP, Call 4 (2011-2015)
- ★ Ziel: Verbesserte Mobilität und Orientierung älterer Menschen durch optimale Beleuchtung des Wohnraums
- ★ Beteiligte Projektpartner:
 - Fachhochschule Vorarlberg (Ö)
 - Bartenbach (Ö)
 - Tridonic (Ö)
 - myVitali (CH)
 - apollis (I)
 - YOUSE (D)

Video I „Guiding Light“

Das Aktivitäts-Monitoring



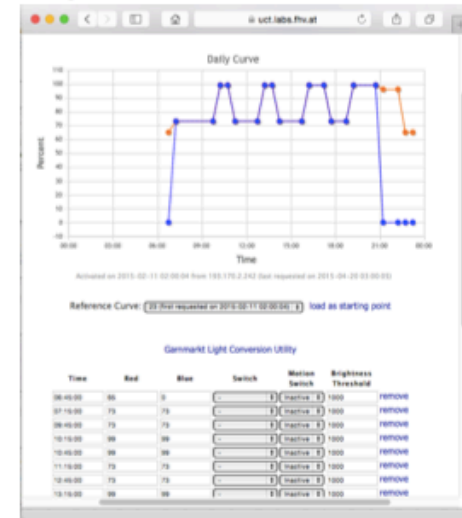
Das Aktivitäts-Monitoring



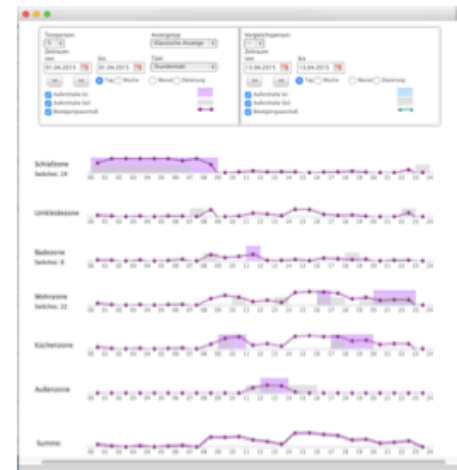
Time	PIR zones	p
0	W3	21 %
1	S2	15 %
2	S1	18 %
3	S1	20 %
4	S1	19 %
5	S1	22 %
6	S1	21 %
7	S1	19 %
8	S1	15 %
9	B4	13 %
10	B4	16 %
11	W3	13 %
12	W3	27 %
13	W3	21 %
14	S1	13 %
15	W1	16 %
16	W1	21 %
17	W1	21 %
18	W3	24 %
19	W1	32 %
20	W1	28 %
21	W3	34 %
22	W3	35 %
23	W3	31 %

Das Lichtsystem

Light Editor



Mobility Monitor



Lighting



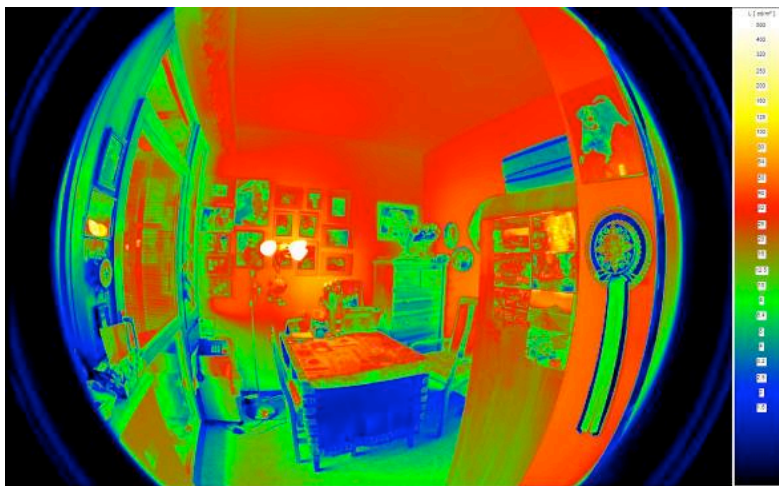
Home Automation

Motion Monitoring

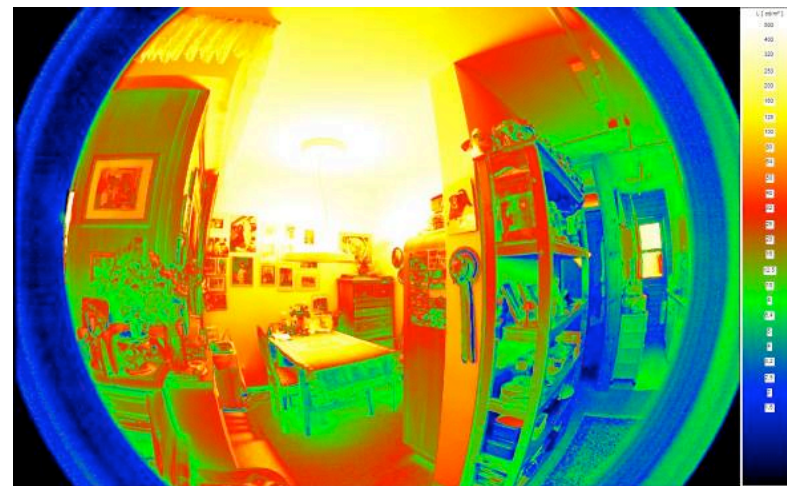


Die Beleuchtung

vorher



nachher



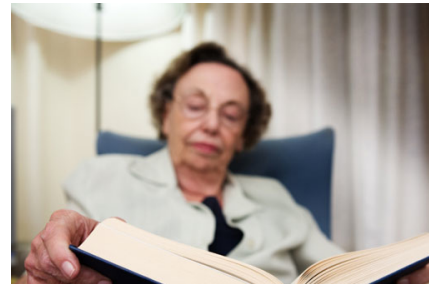
Fragestellungen

- ★ Wie könnte man ältere Menschen mit Licht in Ihrer Mobilität unterstützen?
- ★ Wie bewerten ältere Menschen ein intelligentes Lichtsystem in der Praxis?
- ★ Hat ein intelligentes Lichtsystem die gewünschten positiven Effekte?



Die Methode

Die Anwendungsfälle („Use Cases“)



Was sind typische Einschränkungen älterer Menschen im Alltag?

Welche dieser Einschränkungen könnten mit Licht verbessert werden?

Die Anwendungsfälle („Use Cases“)

Bedürfnispyramide (Maslow)

Selbst-
verwirklichung

Potenzielle Use Cases

- Verbesserung der Stimmung
- Erhöhter Antrieb

Individualität
Zugehörigkeit

- Visuelle Unterstützung täglicher Aktivitäten
- Überwachung elektrischer Geräte
- Erinnerung an Termine
- Erinnerung an Schlüssel
- Erinnerung an offene Türen/Fenster

Sicherheit
Physiologische Grundbedürfnisse

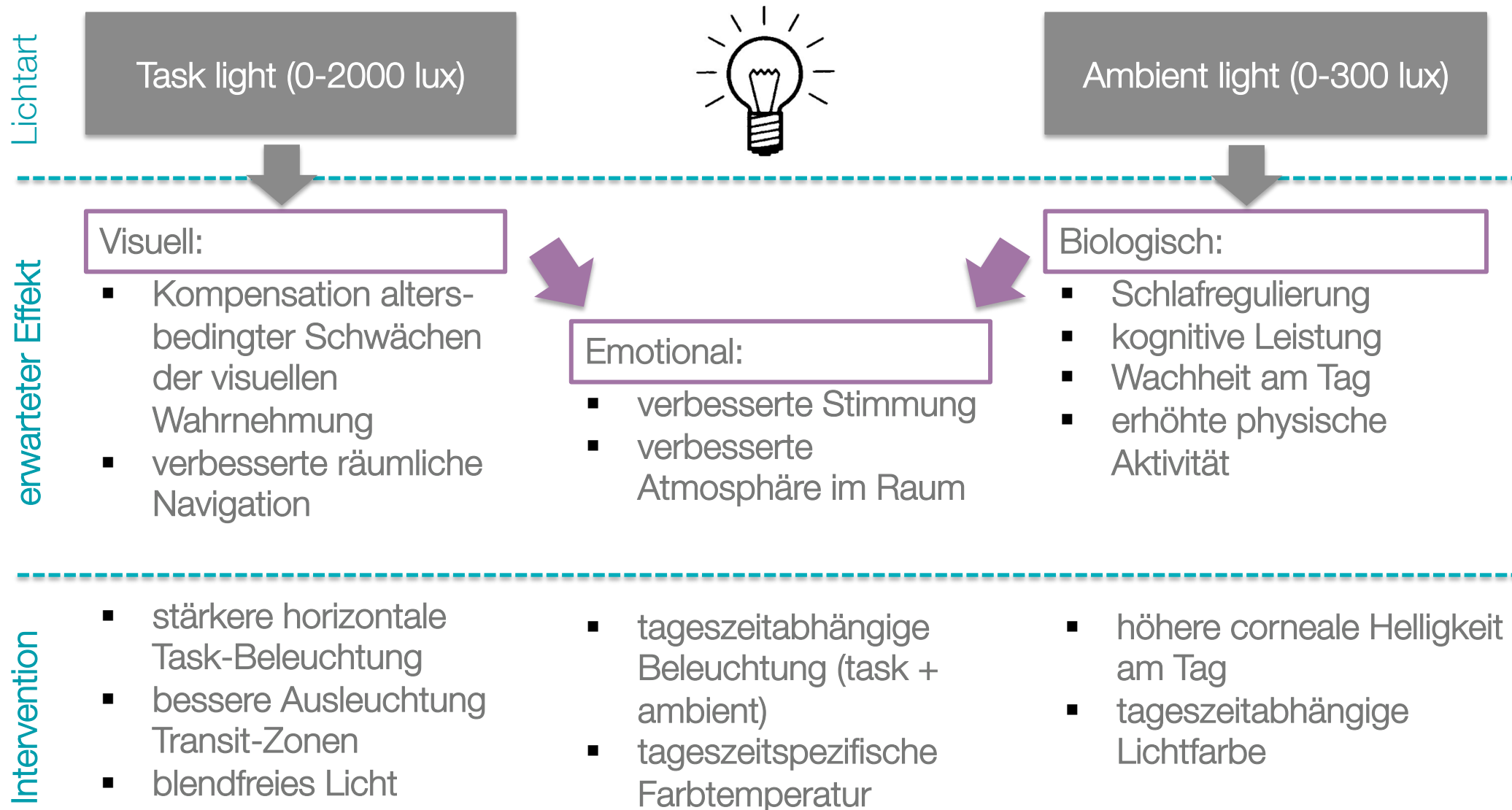
- Unterstützung der Nahrungsaufnahme
- Erinnerung an Medikamenteneinnahme
- Unterstützung nächtlicher Toilettengänge
- Verbesserung des Appetits
- Aufforderung für körperliche Tätigkeiten
- Verbesserung des Tag-Nacht-Rhythmus

Wirkungsanalyse

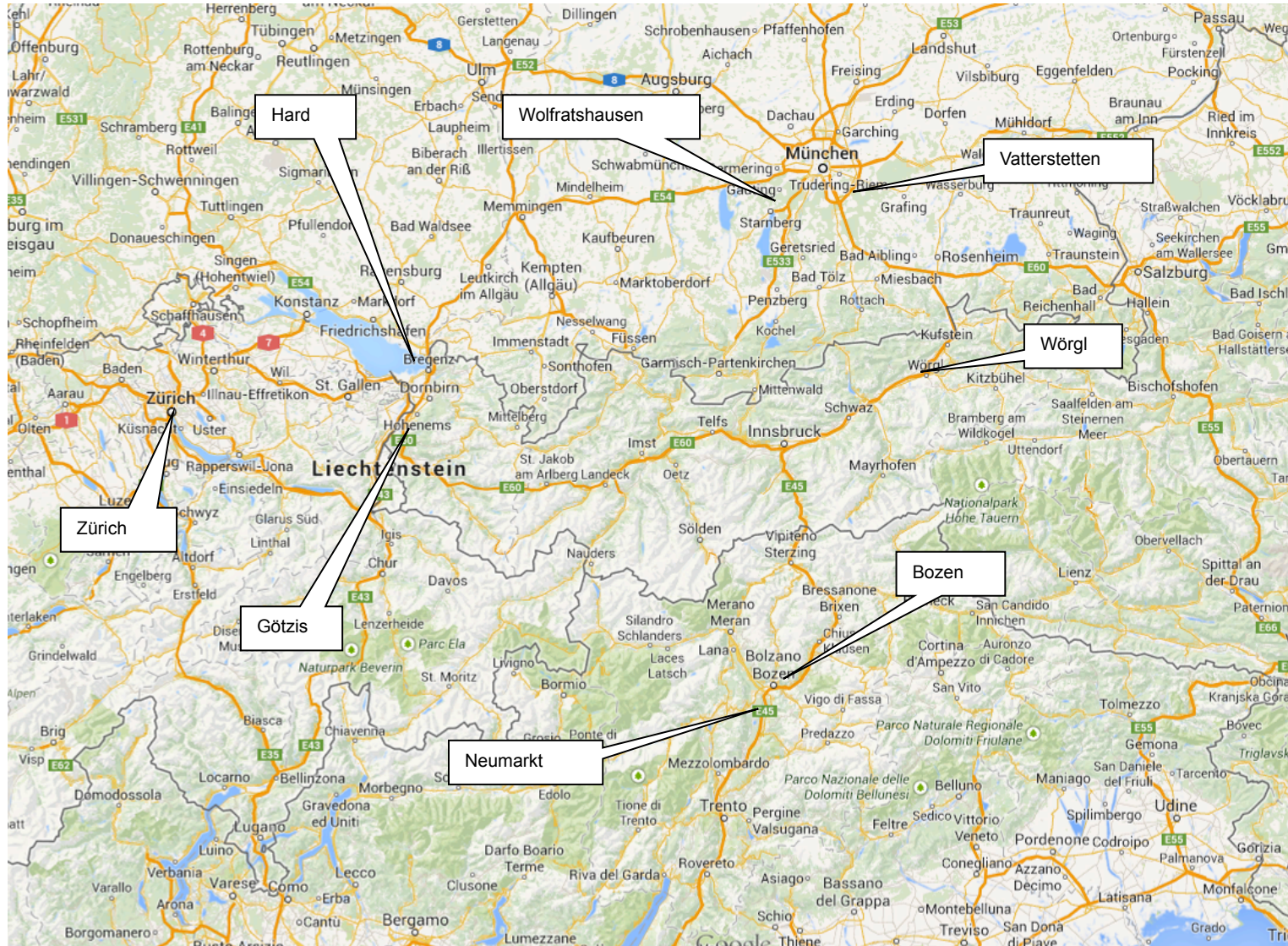
Angestrebte und beobachtete Wirkungen von Guiding Light

- ★ Allgemeines Wohlbefinden, Stimmung
- ★ Antrieb und Aktivitätsbereitschaft (physisch, sozial)
- ★ Visuelle Unterstützung täglicher Verrichtungen (Körperpflege, Kochen, Lesen/ Handarbeit, Kartenspielen, ...)
- ★ Zeitliche Orientierung (Tagesstruktur)
- ★ Räumliche Orientierung (z.B. nächtlicher Toilettengang, Sturzprävention)
- ★ Schlafqualität

Das Wirkmodell



Testhaushalte: 11 mit neuem Lichtsystem (8 Kontrolle)



Ablauf Feldversuche

- ★ Rekrutierung:
 - 11 Testhaushalte mit neuem Lichtsystem + Bewegungsmonitoring
 - 8 mit herkömmlichem Licht + Bewegungsmonitoring
- ★ Lichtplanung auf Basis von Grundriss & Einzelgesprächen
- ★ Austausch Leuchten in Wohnung (Lichtgruppe)
- ★ Baseline-Befragung: Leistungstests + Befindlichkeit/Mobilität
- ★ Alle 2 Wochen: Kurzfassung Befragung („Monitoring“)
- ★ Variation Beleuchtung über mehrere Monate
- ★ Endline-Befragung: Leistungstests + Befindlichkeit/Mobilität
- ★ Abschlussinterview

Ergebnisse Langzeittest

Evaluationsdesign und Messinstrumente

Eingesetzte Messinstrumente

- ★ Laufende Messung des Mobilitätsverhaltens (Bewegungsmonitoring mittels PIR-Sensoren)
- ★ IST-SOLL-Vergleich der Tagesstruktur (Bewegungsmonitoring mittels PIR-Sensoren)
- ★ Umfassende Baseline- und Endtestung (persönlich)
 - ★ Wohlbefinden: WHO-5, EWL, HLTH
 - ★ Schlaf: PSQI
 - ★ Selbständigkeit: IADL
 - ★ Soziale Beziehungen: SNET, XNET
 - ★ Bewertung Lichtsystem: TSQ-WT
 - ★ Leistungstests Orientierung: Time Estimation & Rhythm Tapping Test
- ★ Regelmäßige Monitoring-Befragung (ca. 14-tägig, online)
- ★ Abschlussinterview (persönlich oder telefonisch), spontane Rückmeldungen

Bewegungsmonitoring: Mobilitätsparameter

- ★ Anzahl Ist-Aufenthalte (alle Zonen)
- ★ Bewegungsausmaß am Tag (8-20 Uhr)
- ★ Dauer der Außenaufenthalte (Summe)
- ★ Abweichung Ist- von Soll-Aufenthalten
- ★ Abweichung Ist-Soll Aufenthaltsbeginn
- ★ Abweichung Ist-Soll Aufenthaltsende
- ★ Bewegungsausmaß nachts (20-8 Uhr)
- ★ Schlafdauer (individuell)
- ★ Dauer Wachzeiten (individuell)
- ★ Anzahl Schlafunterbrechungen
- ★ Manuelle Ein-/Ausschalten des Lichts
- ★ Einschlafen um
- ★ Aufwachen um

Strukturvergleich: Test- und Vergleichsgruppe

Baseline: Testgruppe und Kontrollgruppe im Mittelwertvergleich

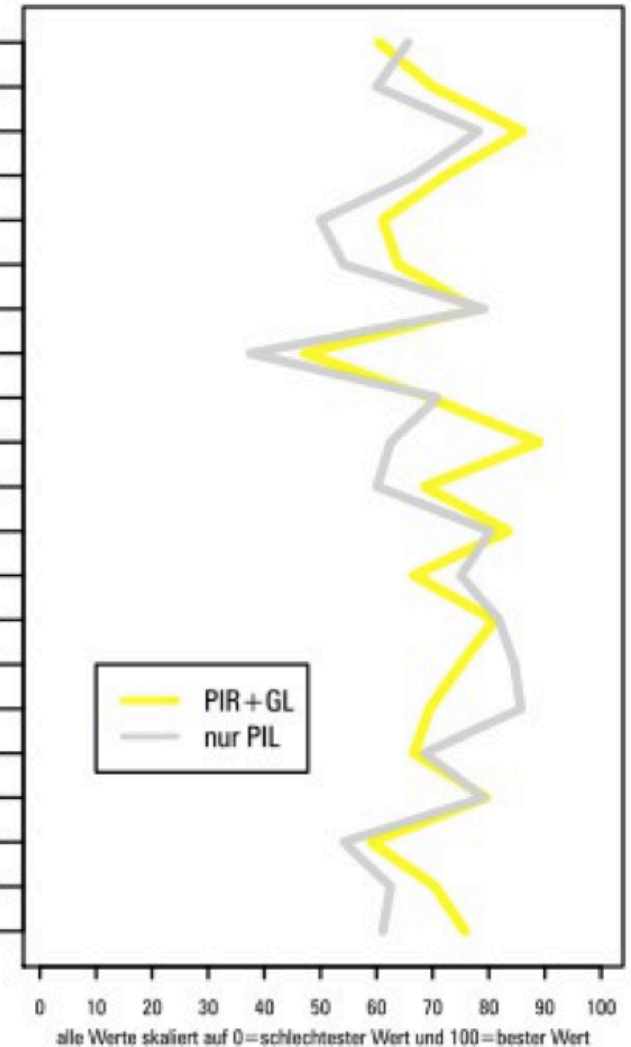
Alter

- ⚙ PIR + GL 74,5 J.
- ⚙ nur PIR 78,6 J.

Geschlecht




- ⚙ PIR + GL: 3 M, 9 F
- ⚙ nur PIR 8 F

- HLTH_1: Gesundheitszustand
- HLTH_5D: Sehleistung nah
- HLTH_4all: Gesundheitliche Beschwerden: Summenindex (0–39)
- PSQIDURA: Schlafdauer
- PSQIDIST: Schlafstörungen
- PSQILATE: Einschlafzeit
- PSQIDDYS: Tagesdisfunktion
- PSQIHSE: Schlaffeffizienz
- PSQIQUAL: Schlafqualität
- PSQIMEDS: Schlafmedikation
- PSQI: Schlafqualitätsindex (0–21)
- IADL_tot: IADL Gesamtscore
- EWLK_a: Subskala: Aktiviertheit (Mittelwert–Index)
- EWLK_i: Subskala: gehobene Stimmung (Mittelwert–Index)
- EWLK_c: Subskala: Desaktiviertheit (Mittelwert–Index)
- EWLK_d: Subskala: Müdigkeit (Mittelwert–Index)
- WHO_tot: WHO5–Gesamtscore (0–100)
- XNET_3: Information
- XNET_4: Gesundheit
- XNET_6: Wohlbefinden
- XNET_8: Sorgen



Einfluss von drei Lichtinterventionen auf Mobilitätsparameter (PIR-Daten)

Die Beleuchtungs-Parameter

Zeit	Farbtemperatur			(horizontale) Beleuchtungsstärke	
	Ambient	Zonal		Ambient	Zonal
Tag	4000K			300lx	bis zu 2000lx
Abend Nacht	2200K			150lx < 50lx	bis zu 1000lx < 300lx

Abendphase: 0 Stunden, 2 Stunden, 4 Stunden

Die Licht-Programmierung

Monat	VP1	VP3	VP4	VP7	VP8	VP10
September				0h		0h
						2h
Oktober				0h		4h
				2h	0h	
November	0h	0h		4h	2h	0h
	2h	2h	0h	0h		2h
	4h	4h	2h		4h	4h
Dezember			4h	2h	0h	
	0h	0h	0h	4h	2h	0h
Jänner	2h	2h	2h		4h	2h
	4h	4h	4h	0h	0h	4h
Februar	0h	0h				0h
			0h	2h	2h	
März	2h	2h	2h			2h
	4h	4h		4h	4h	

Resümee

★ PIR-Daten:

- Einzelne probandenspezifische signifikante Unterschiede zwischen den Lichtprogrammierungen
- Kein allgemeiner Trend beim Probenkollektiv ersichtlich

★ Tasterdaten:

- Gleiches Nutzerverhalten unabhängig von der Lichtprogrammierung

★ Stromverbrauch:

- Geringer als vorerst angenommen mit dem zusätzlichen Vorteil einer bis zu 10-fach höheren Lichtintensität

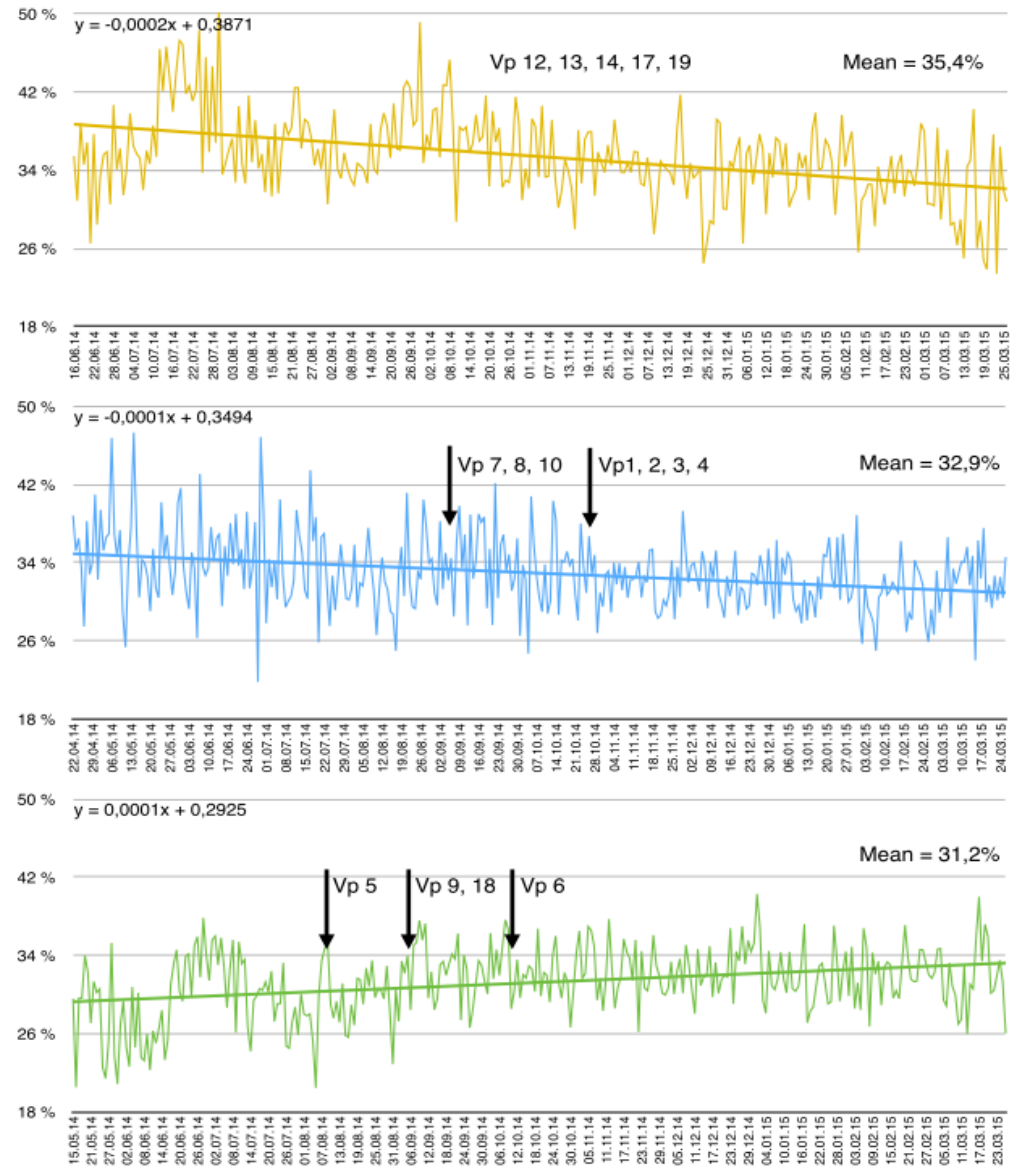
Zeitlicher Verlauf der Lichteinflüsse auf Mobilitätsparameter (PIR-Daten)

Effekt GuidingLight: Tagesstruktur

Auswirkungen von Guiding Light auf die Tagesstruktur

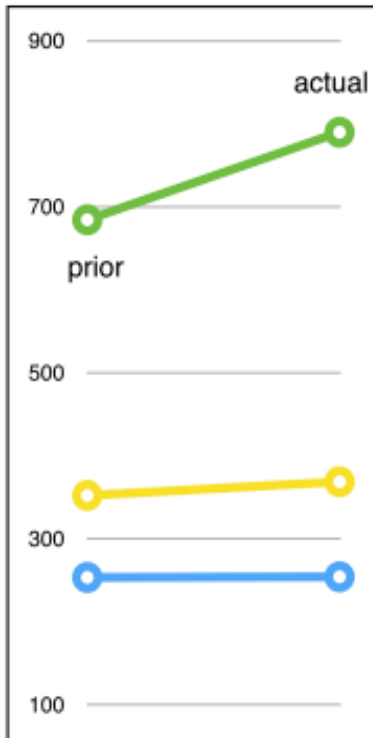
Prozentanteil der Bewegung in der eigenen raum-zeitlichen Tagesstruktur

- Kontrollgruppe (n = 5)
- Raumbelichtung (n = 7)
- Zonenbelichtung (n = 4)
- ↓ Beginn der Lichtintervention



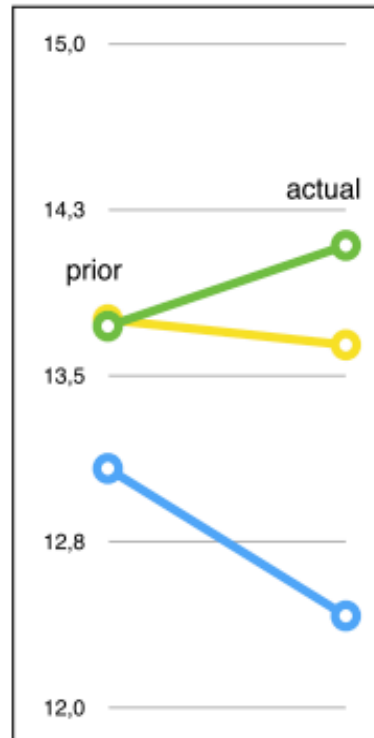
Effekt GuidingLight: Tagesaktivität

Bewegung am Tag



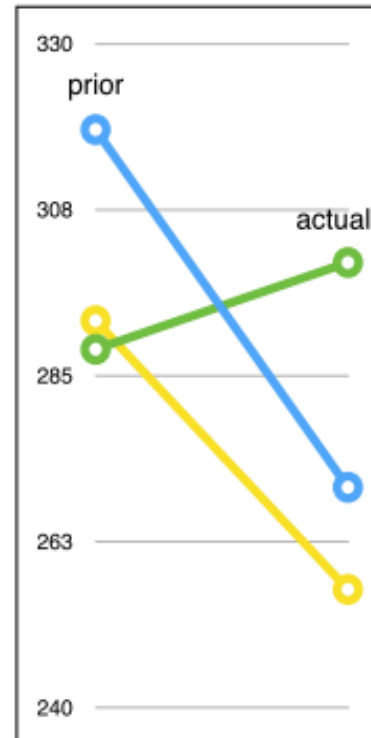
Minuten in Bewegung am Tag (8-20 Uhr)
 Univariates Modell erklärt 45% der Varianz mit $p < 0,001$
 Gruppe $p < 0,001$
 Phase $p < 0,001$

Anzahl Aufenthalte



Aufenthalte in einer Zone länger als 30 Minuten
 Univariates Modell erklärt 29% der Varianz mit $p < 0,001$
 Gruppe $p < 0,001$
 Phase $p < 0,001$

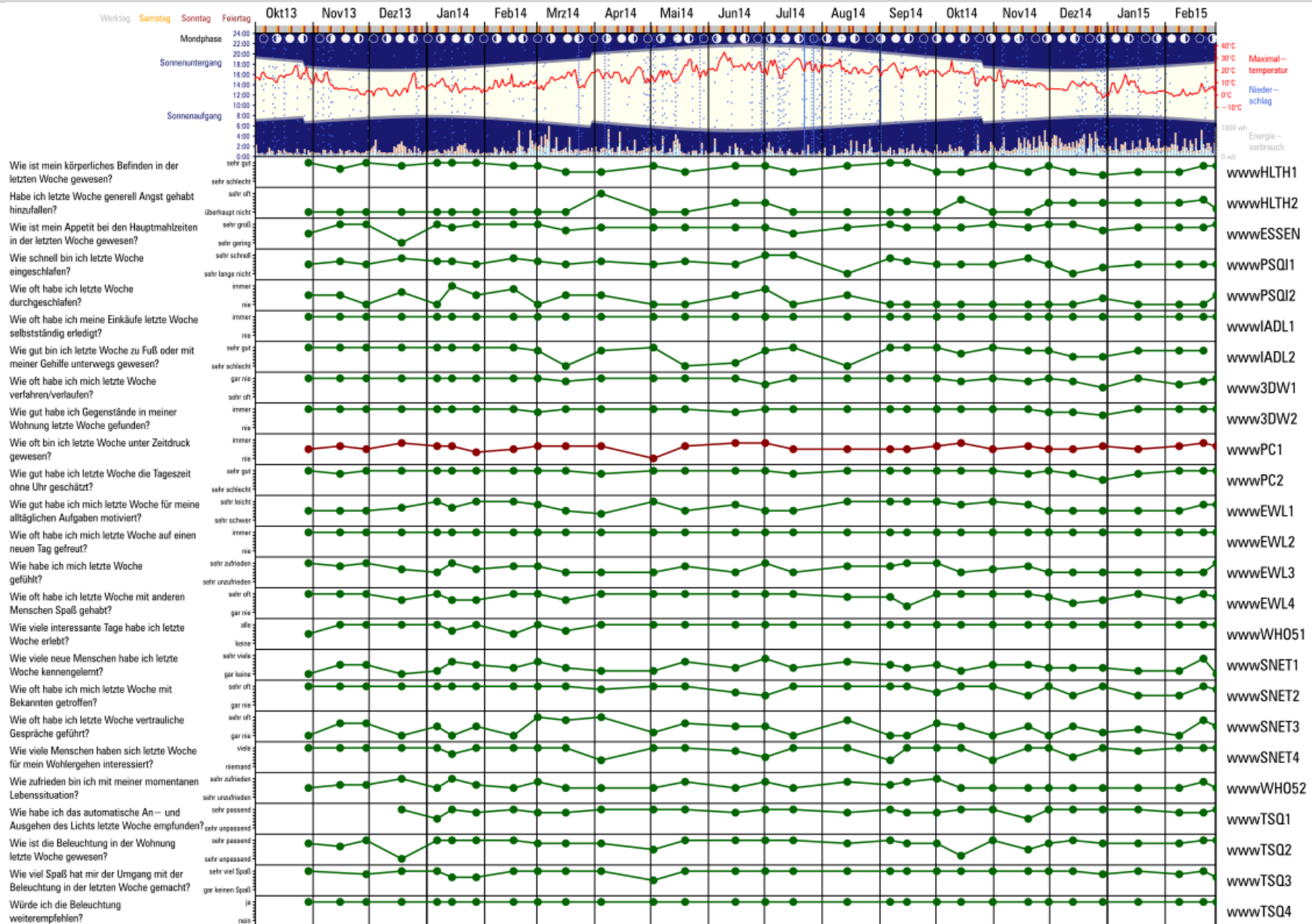
Außenaufenthalte



Dauer in Minuten
 Univariates Modell erklärt 11% der Varianz mit $p < 0,001$
 Gruppe $p = 0,020$
 Phase $p = 0,001$

- Kontrollgruppe (n = 8)
 - Raumbeleuchtung (n = 7)
 - Zonenbeleuchtung (n = 4)
- prior** vor der Lichtintervention (ca. 1 Monat)
actual während der Intervention (ca. 5 Monate)

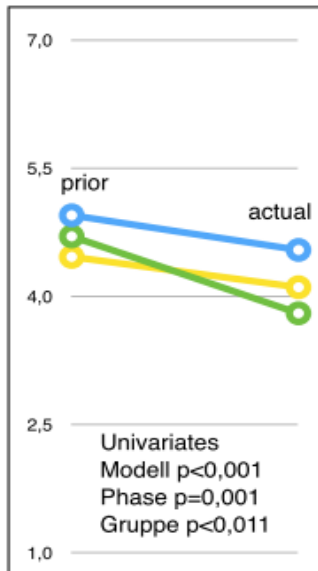
Bsp: Online-Erhebung & Monitoring Rahmenbedingungen



Effekt GuidingLight: Selbsteinschätzung (Bsp.)

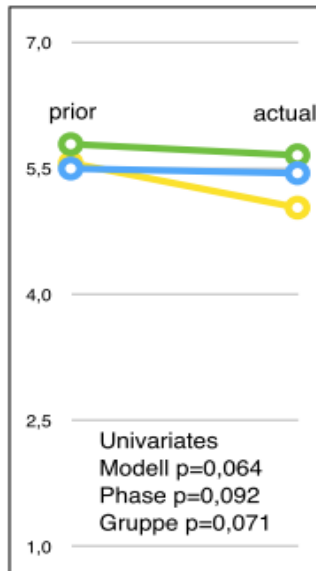
- Kontrollgruppe
- Raumbeleuchtung
- Zonenbeleuchtung

Sozialkontakt



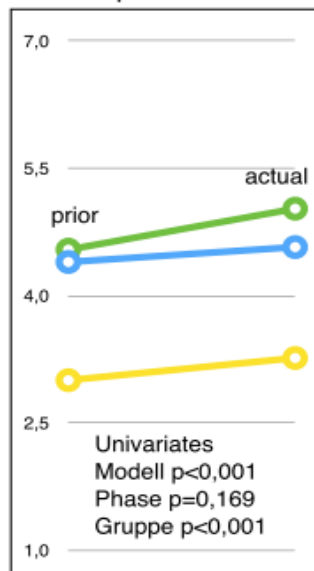
- Wie oft habe ich letzte Woche mit anderen Menschen Spaß gehabt
- Wie viele neue Menschen habe ich letzte Woche kennengelernt
- Wie oft habe ich mich letzte Woche mit Bekannten getroffen
- Wie oft habe ich letzte Woche vertrauliche Gespräche geführt
- Wie viele Menschen haben sich für mein Wohlergehen interessiert

Lebenszufriedenheit



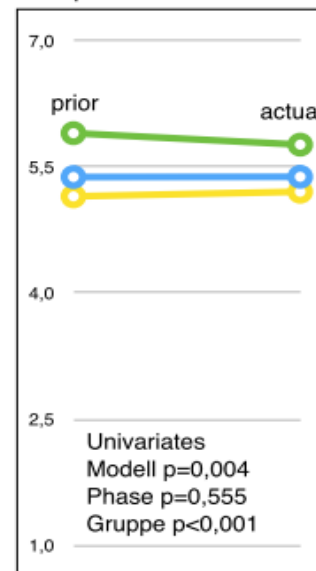
- Wie gut habe ich mich letzte Woche für meine alltäglichen Aufgaben motiviert
- Wie oft habe ich mich letzte Woche auf einen neuen Tag gefreut
- Wie viele interessante Tage habe ich letzte Woche erlebt
- Wie habe ich mich letzte Woche gefühlt
- Wie zufrieden bin ich mit meiner momentanen Lebenssituation

Schlafqualität



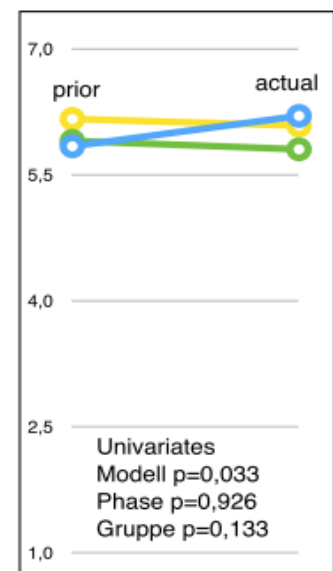
- Wie schnell bin ich letzte Woche eingeschlafen
- Wie oft habe ich letzte Woche durchgeschlafen

Körperliche Fitness



- Wie ist mein körperliches Befinden in der letzten Woche gewesen
- Habe ich letzte Woche generell Angst gehabt hinzufallen
- Wie oft habe ich meine Einkäufe letzte Woche selbstständig erledigt
- Wie gut bin ich zu Fuß oder mit meiner Gehilfe unterwegs gewesen

Raum-Zeit-Gefühl



- Wie oft habe ich mich letzte Woche verfahren/verlaufen
- Wie gut habe ich Gegenstände in meiner Wohnung gefunden
- Wie oft bin ich letzte Woche unter Zeitdruck gewesen
- Wie gut habe ich letzte Woche die Tageszeit ohne Uhr geschätzt

Fragebogenerhebungen von A-Z, z.B.

4.3 PSQI Schlafqualitäts-Fragebogen

Referenz: Buysse DJ, Reynolds CF 3rd, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res.* 1989 May;28(2):193-213

Deutsche Version: http://www.charite.de/dgsm/dgsm/fachinformationen_fragebogen_psqi.php

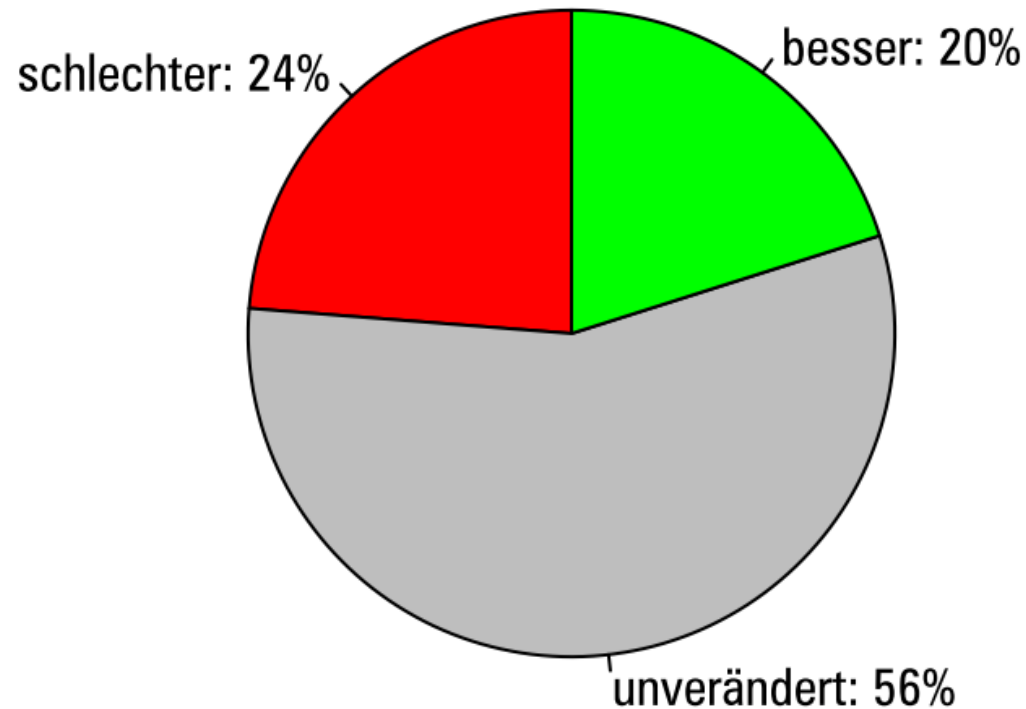
Die Abfrage kann durch Betreuungsperson oder als Selbstausfüller gestaltet werden.

Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre üblichen Schlafgewohnheiten und zwar nur während der letzten vier Wochen. Ihre Antworten sollten möglichst genau sein und sich auf die Mehrzahl der Tage und Nächte während der letzten vier Wochen beziehen. Beantworten Sie bitte alle Fragen.

PSQI_1	Zubettgehzeit	Wann sind Sie während der letzten vier Wochen gewöhnlich abends zu Bett gegangen?	: Uhr
PSQI_2	Einschlafdauer	Wie lange hat es während der letzten vier Wochen gewöhnlich gedauert, bis Sie nachts eingeschlafen sind?	Minuten
PSQI_3	Aufstehzeit	Wann sind Sie während der letzten vier Wochen gewöhnlich morgens aufgestanden?	: Uhr
PSQI_4	Schlafdauer	Wie viele Stunden haben Sie während der letzten vier Wochen pro Nacht tatsächlich geschlafen? (Das muss nicht mit der Anzahl der Stunden, die Sie im Bett verbracht haben, übereinstimmen.)	: hh:mm
PSQI_5A	So/>30	Wie oft haben Sie während der letzten vier Wochen schlecht geschlafen, ... weil Sie nicht innerhalb von 30 Minuten einschlafen konnten?	<ol style="list-style-type: none"> 1 Während der letzten vier Wochen gar nicht 2 Weniger als einmal pro Woche 3 Einmal oder zweimal pro Woche 4 Dreimal oder häufiger pro Woche

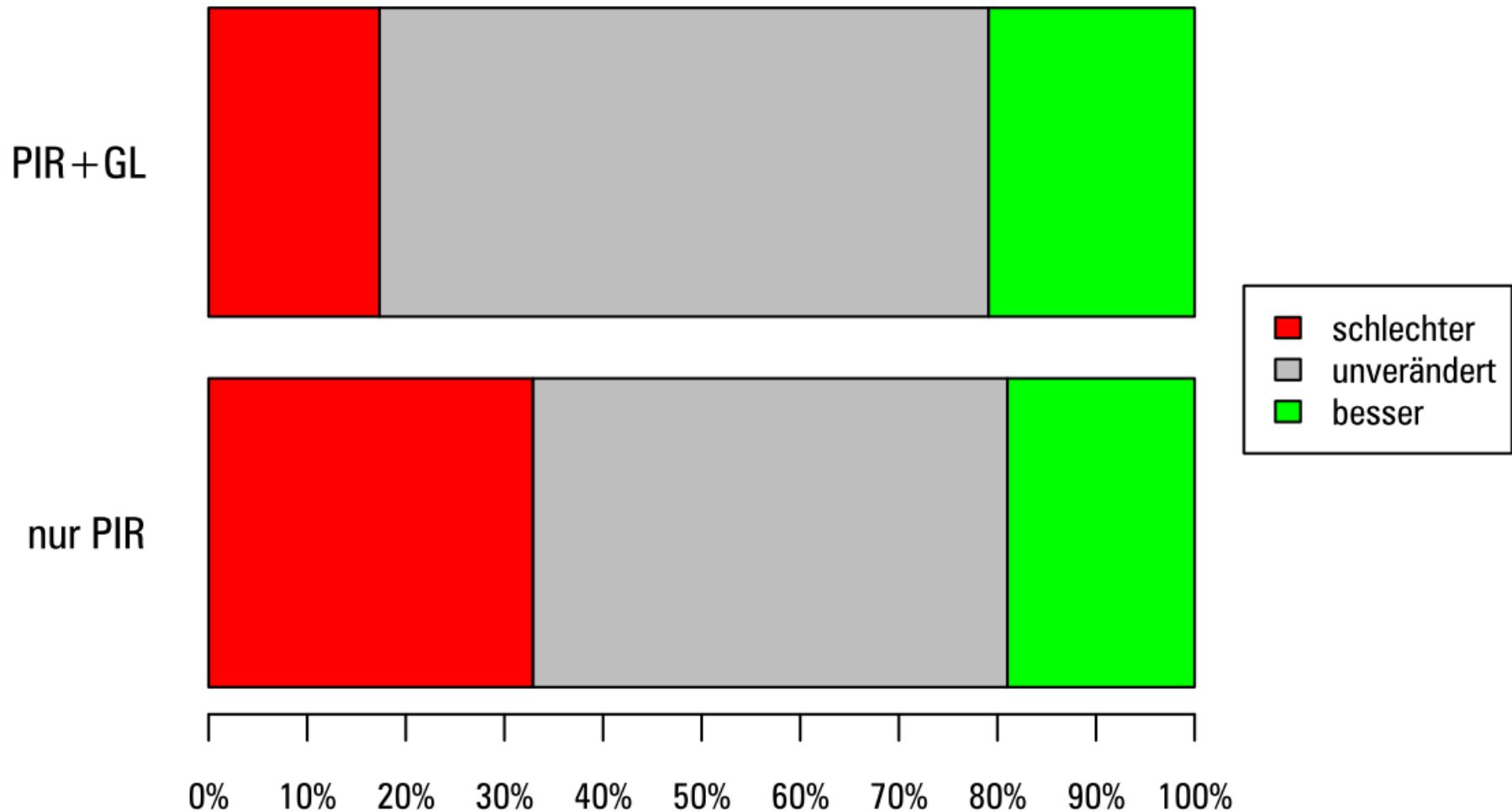
Hat sich etwas verbessert?

19 Testpersonen, 21 Testparameter (Baseline + Endtest)



Es hat nicht geschadet: im Alter ist keine Veränderung ein Erfolg!

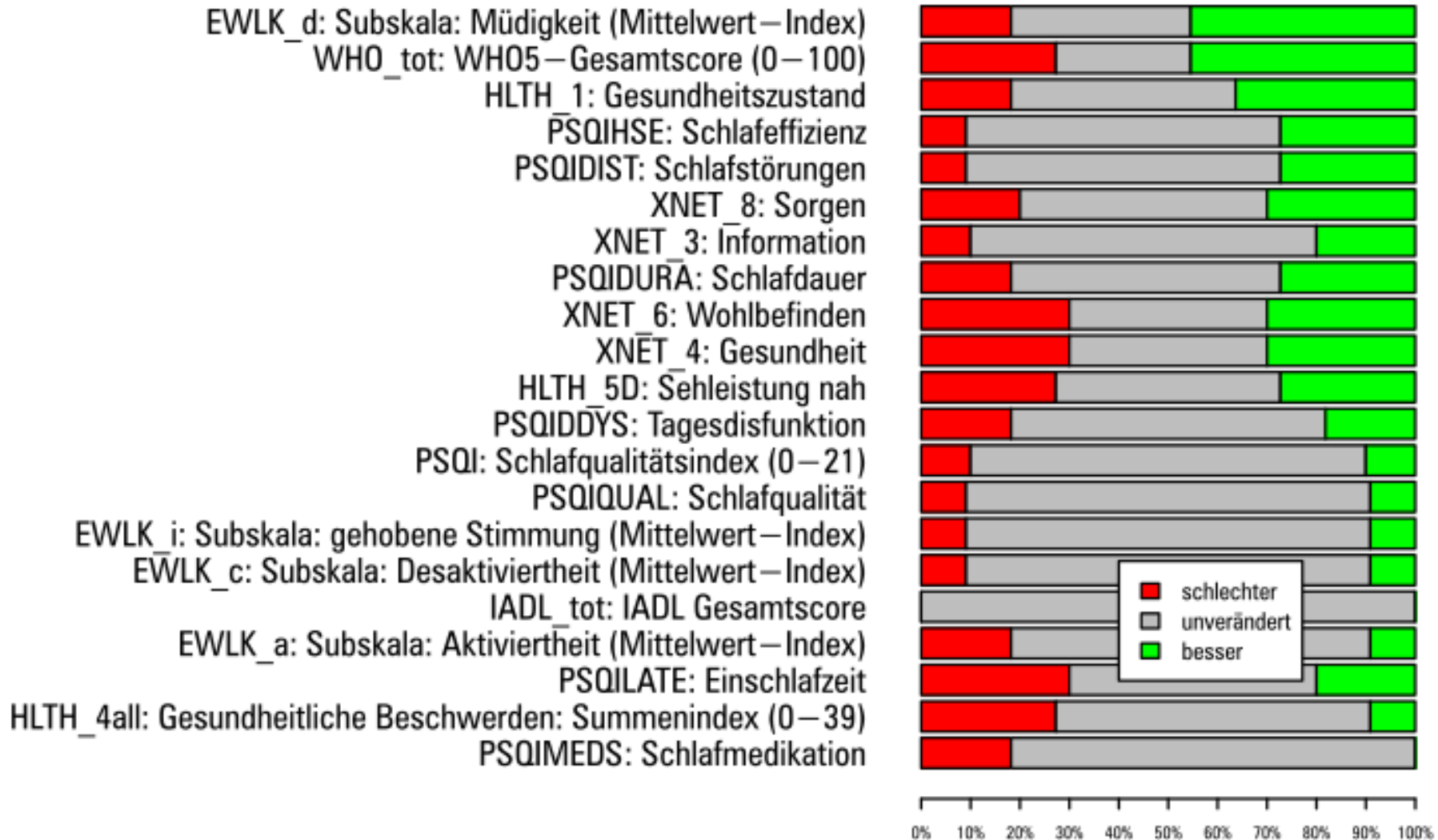
Veränderung Testparameter (Baseline+Endtest) nach Licht



Aber: keine systematischen Veränderungen

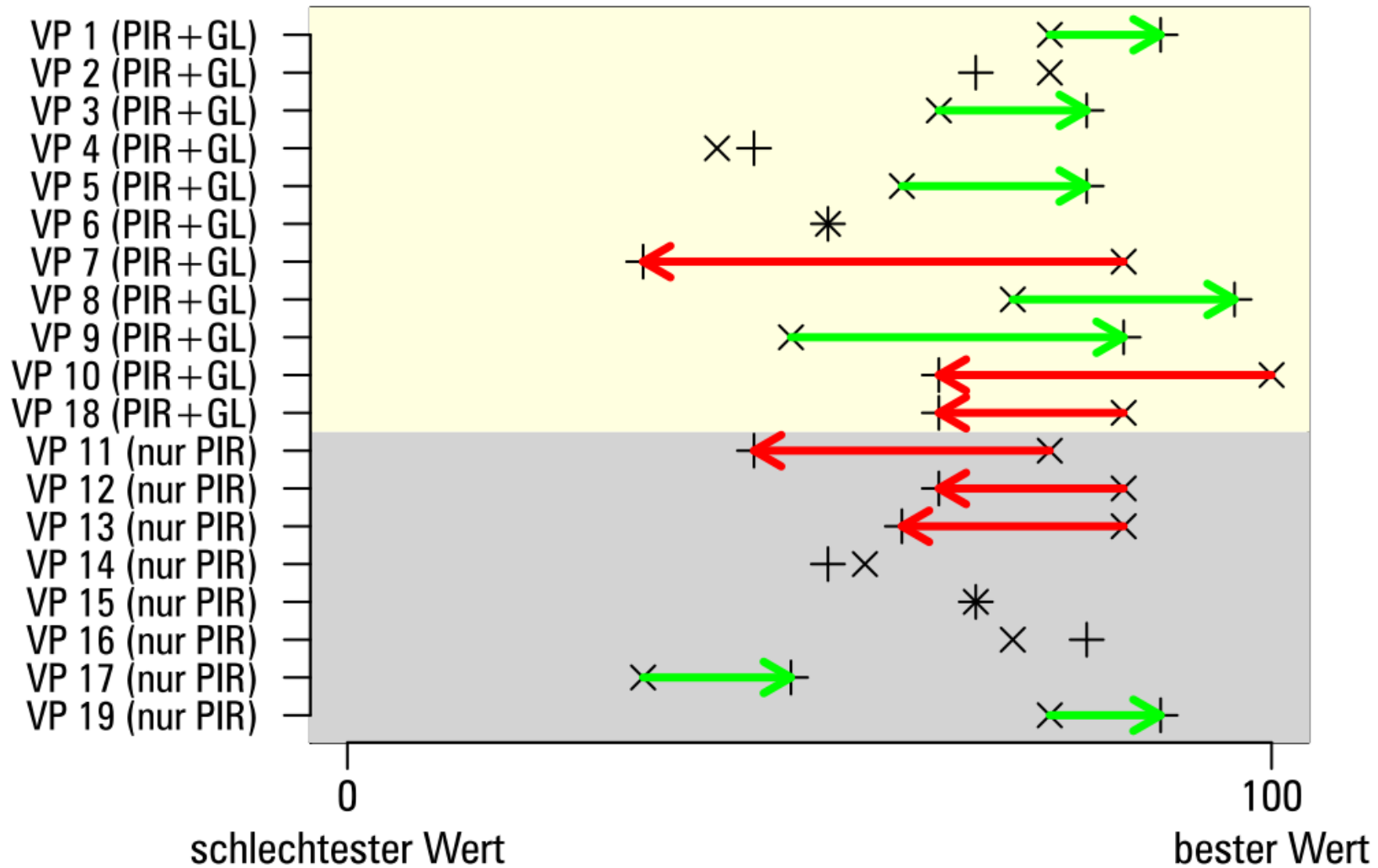
Veränderung der einzelnen Testparameter (nur GL+PIR)

sortiert nach Differenz besser – schlechter



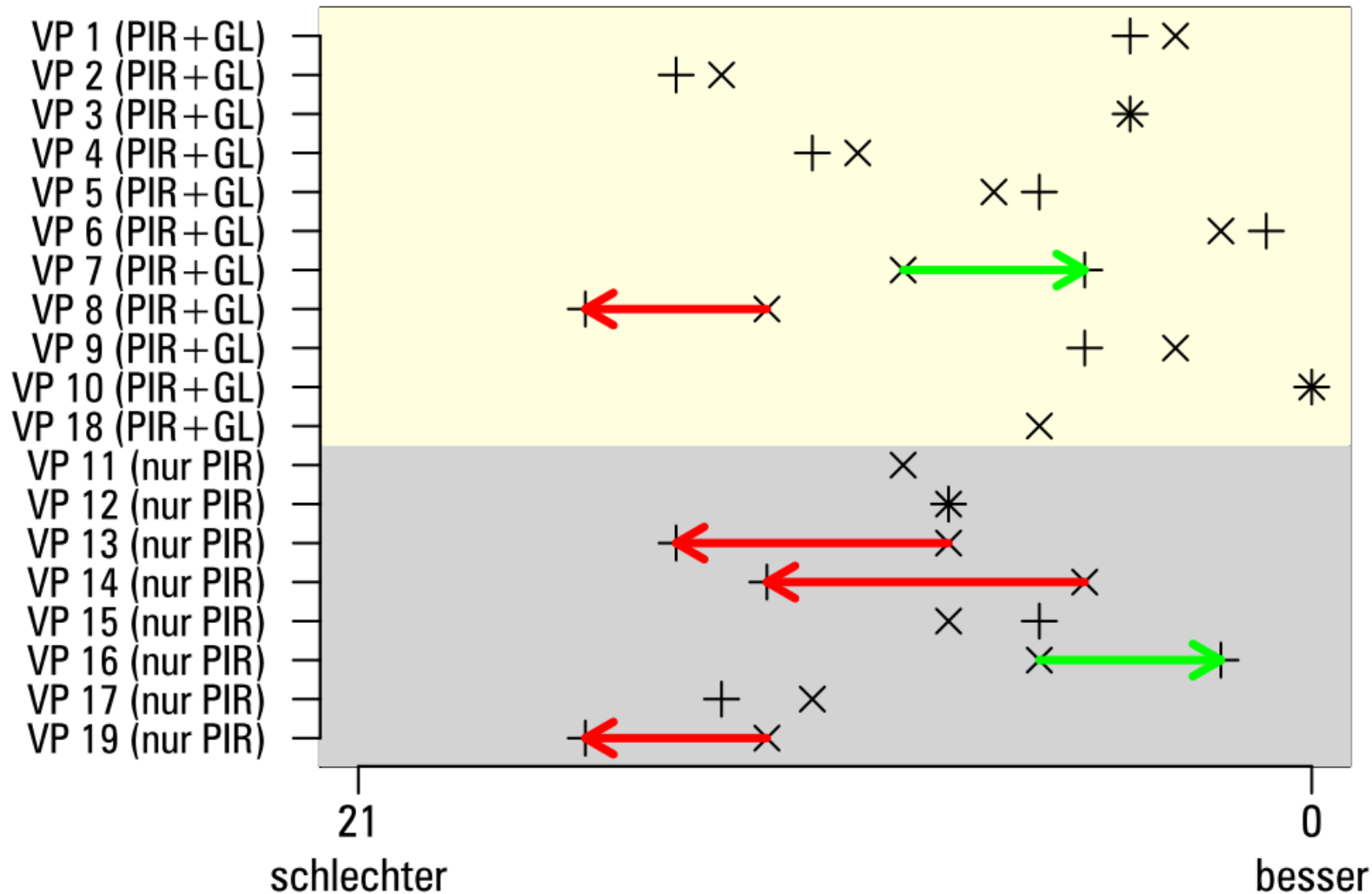
Beispiel Wohlbefinden

WHO_tot – WHO5 – Gesamtscore (0 – 100)



Beispiel Schlafqualität

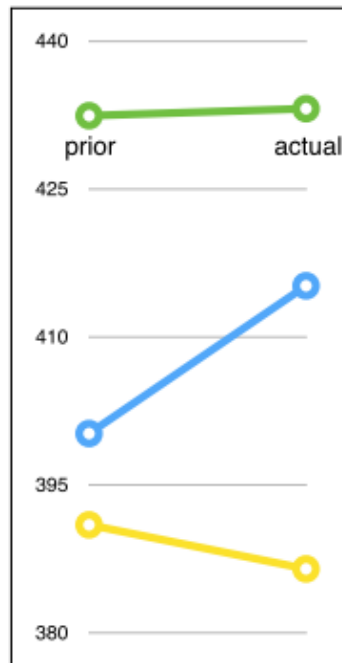
PSQI – Schlafqualitätsindex (0–21)



Effekt Guiding Light: Schlaf

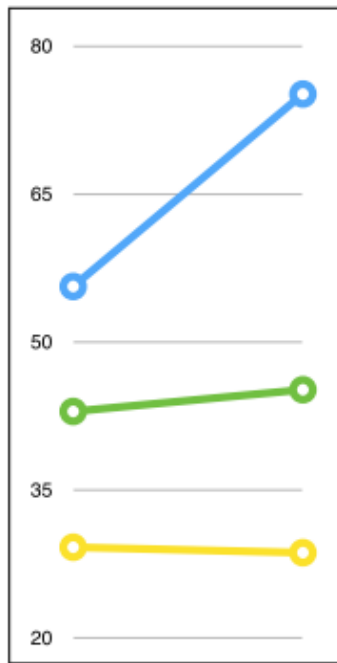
Auswirkungen von Guiding Light auf die **Nachtruhe**

Bettaufenthalte



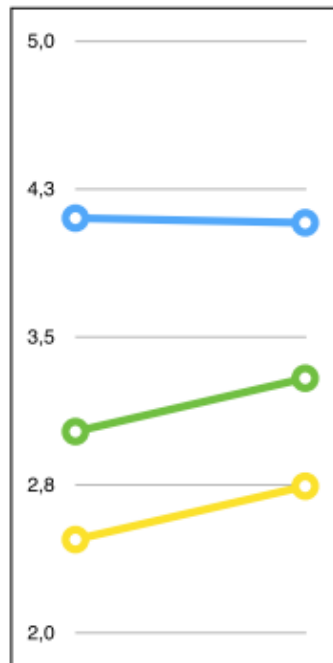
Dauer zwischen Bettgezeit und Aufstehzeit
 Univariates Modell erklärt 34% der Varianz mit $p < 0,001$
 Gruppe $p = 0,020$
 Phase $p = 0,721$

Bettwachzeiten



Wachzeit in Minuten zwischen Zubettgehen und Aufstehen
 Univariates Modell erklärt 81% der Varianz mit $p < 0,001$
 Gruppe $p < 0,001$
 Phase $p < 0,001$

Nächtliches Aufstehen

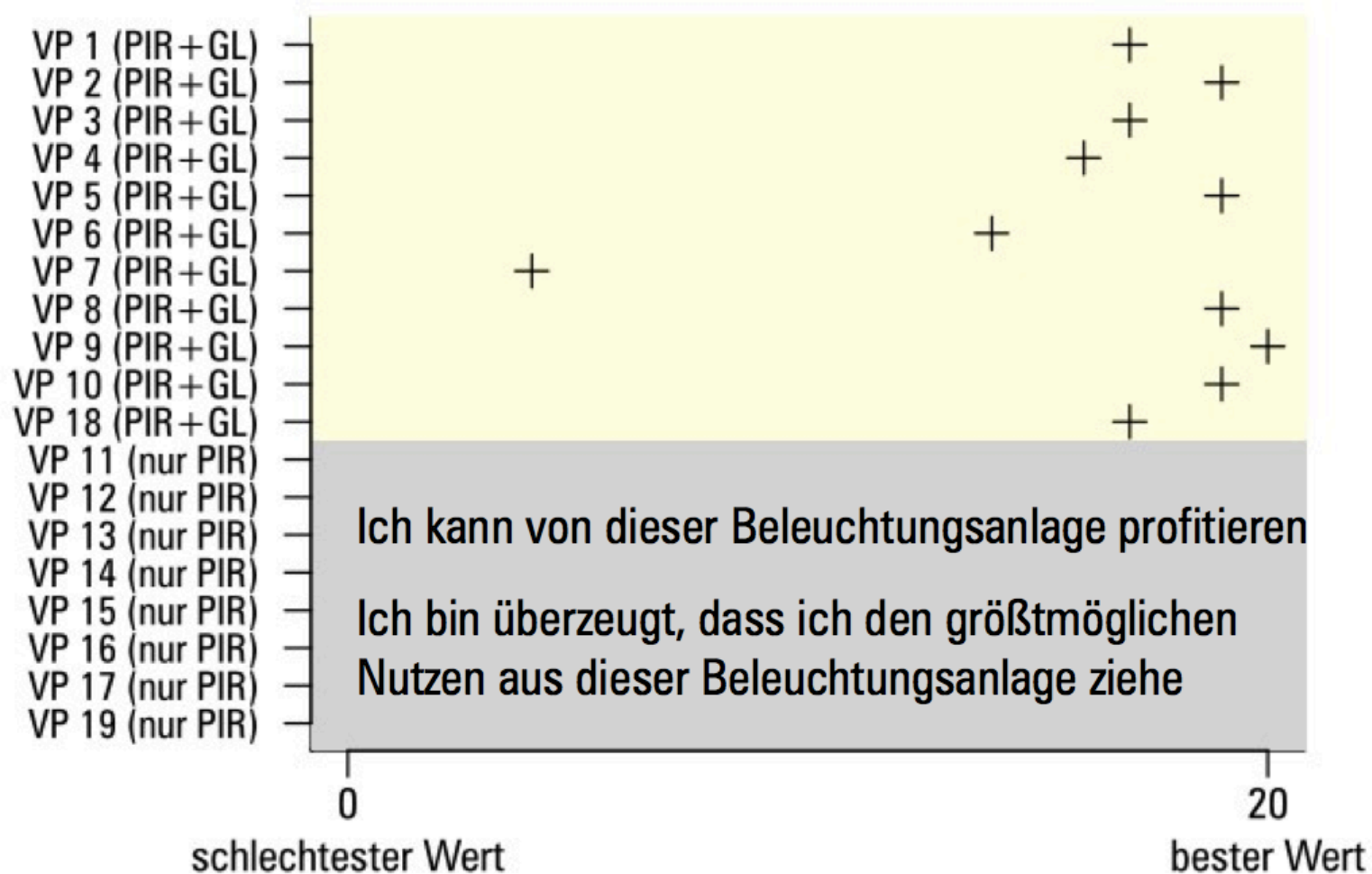


Verlassen des Bettes zwischen Bettgezeit und Aufstehzeit
 Univariates Modell erklärt 38% der Varianz mit $p < 0,001$
 Gruppe $p < 0,001$
 Phase $p = 0,046$

- Kontrollgruppe (n = 8)
 - Raumbelichtung (n = 7)
 - Zonenbeleuchtung (n = 4)
- prior** vor der Lichtintervention (ca. 1 Monat)
actual während der Intervention (ca. 5 Monate)

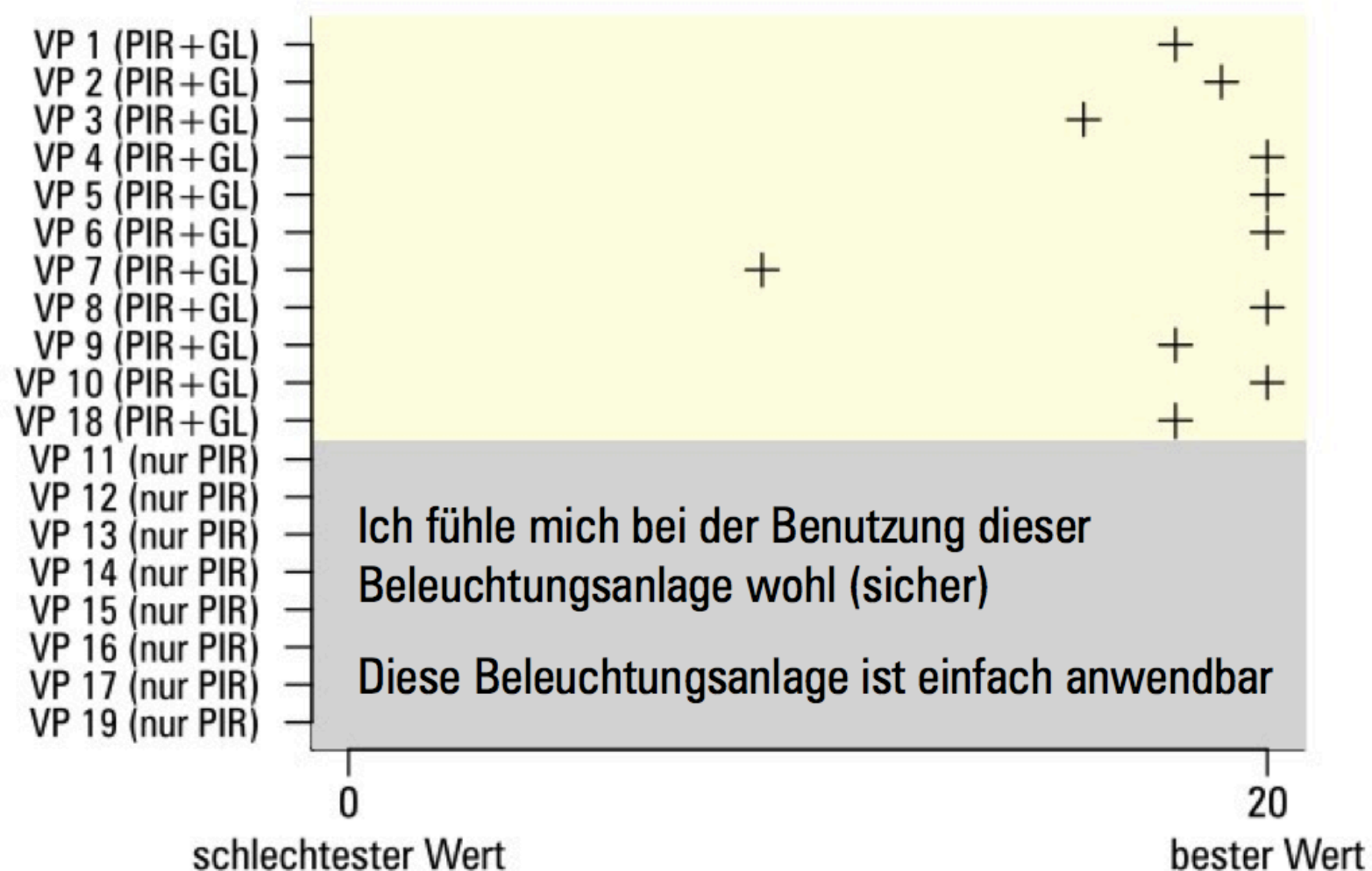
Nutzen und Benutzerfreundlichkeit (TSQ-WT)

TSQWTN – Nutzen



Nutzen und Benutzerfreundlichkeit (TSQ-WT)

TSQWTB – Benutzerfreundlichkeit



Rückmeldungen der Senioren



- ★ Die Senioren sind mit dem Lichtsystem sehr zufrieden (11/11) und würden es an Freunde weiterempfehlen. (10/11)
- ★ Vor allem die bewegungsinduzierte Schaltung (9/11) und die Arbeitsbeleuchtung (Task Light, 6/11) wird als sehr hilfreich empfunden.
- ★ Dem Licht wird ein stimmungsaufhellender (6/11) bzw. aktivierender Effekt (4/11) nachgesagt.

„Die Beleuchtung ist perfekt, ich möchte sie nicht mehr missen!“

„Wenn ich eine fremde Wohnung betrete, erwarte ich jetzt immer, dass das Licht angeht.“

Rückmeldungen der Senioren



- ★ Das Design gefällt nicht (4/11).
- ★ Die Nachlaufzeit der bewegungsinduzierten Beleuchtung reicht nicht immer aus.
- ★ Die Leuchten sind sehr staubanfällig und müssen oft gereinigt werden.
- ★ Helligkeit und Lichtfarbe wird automatisch reguliert, die Bewohner haben keine direkte Einflussmöglichkeit.

„Im Bad sollte das Licht länger brennen, ich stehe öfters im Dunkeln beim Duschen.“

„Die große Leuchte ist ständig verstaubt – und ein Mückenfriedhof obendrein.“

Fazit

Evaluation: Fazit und Interpretation

Wirkungen

- ★ Von den Testpersonen ist Guiding Light fast ausnahmslos sehr gut aufgenommen und bewertet worden: hohe Zufriedenheit mit dem Licht, hohe Weiterempfehlungsquote, trägt zu Wohlbefinden und guter Stimmung bei.
- ★ In puncto Benutzerfreundlichkeit wird einige Kritik geäußert.
- ★ Die positiven Rückmeldungen können nur zum Teil anhand objektiver Indikatoren wissenschaftlich nachgewiesen werden...
- ★ ... ABER tendenziell zeigt sich eine Aufrechterhaltung des Status Quo, was in diesem Alter als großer Erfolg anzusehen ist!

Evaluation: Fazit und Interpretation

Mögliche Erklärungen

- ★ Licht ist ein subtiler, im Hintergrund wirkender Einflussfaktor, der von einer Vielzahl kurzzeitiger, akuter Faktoren überlagert wird (z.B. Erkrankung, Schicksalsschlag, Konflikte, Sorgen)
- ★ Guiding Light ist nur bei Nacht oder unzureichendem Tageslicht wirksam; dabei gibt es starke jahreszeitliche Schwankungen
- ★ Menschen reagieren individuell unterschiedlich auf Lichteinflüsse
- ★ Die geringe Zahl an Testpersonen erschwert den wissenschaftlichen Nachweis von Effekten

Evaluation: Fazit und Interpretation

- ★ Gutes (dynamisches) Licht in der Wohnung trägt auf jeden Fall zum subjektiven Wohlbefinden und zur Lebensqualität von älteren Menschen bei.
- ★ Ob sich (intelligentes) Licht auch für eine Verbesserung der zeitlichen und räumlichen Orientierung und für eine Steigerung der Mobilität einsetzen lässt, konnte nicht zweifelsfrei nachgewiesen werden.
- ★ Die hohe Zufriedenheit der Testpersonen und die Projektergebnisse sollten als Auftrag verstanden werden, weiter Produktentwicklung und Sensibilisierung in die Richtung von Guiding Light zu betreiben.

Ausblick

Herausforderungen

Guiding Light – notwendige Weiterentwicklung:

- ★ Optimierung/Aktualisierung von technischen Komponenten (Sensorik etc.)
- ★ Verbesserung der Regel-Algorithmen (z.B. Nachlaufzeiten), stärkere Individualisierung ermöglichen verbessertes Design der Leuchten
- ★ Standardisierte Planung und Vereinfachung der Installation
- ★ Modularer Aufbau der Funktionen und Erweiterungsmöglichkeiten
- ★ Standardisiertes Verfahren für Personalisierung der Beleuchtung
- ★ Niedrigere Kosten des Gesamtsystems

Marktchancen

Guiding Light – der weite Weg zum Markt

- ★ AAL-Projekte zielen nicht auf unmittelbare Marktreife
- ★ Die Testinstallation ist nicht als Produkt zu verstehen, sondern als Etappe in der Entwicklung eines Produkts
- ★ Intelligentes, dynamisches, programmierbares Licht sollte als Bestandteil modularer, integrierter AAL-Lösungen gesehen werden
- ★ Deshalb braucht es eine enge Kooperation mit allen Stakeholdern und mit anderen AAL-Entwicklern
- ★ Institutionelle Nutzer haben wichtige Rolle als Vorreiter

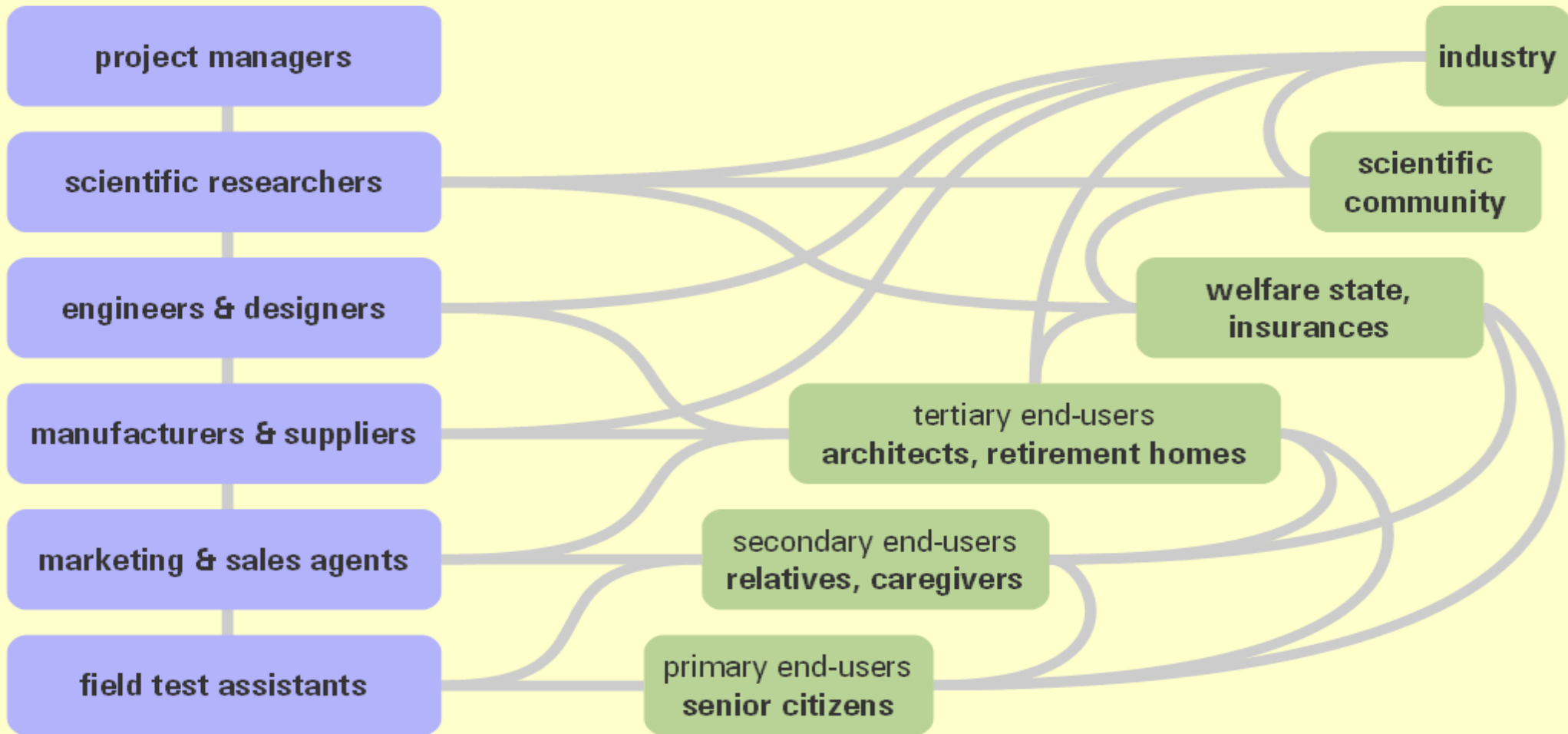
Nutzer und Stakeholder: Wer ist interessiert?

internal stakeholders

FHV Youse BB MVA TKG apollis

external stakeholders

users **customers** **partners (competitors)**
end-users operators implementers financiers advocates ideators



Intelligente Lichtlösungen für Senioren haben
langfristig großes Potenzial
ABER
es braucht noch viel Information und Sensibilisierung
der verschiedenen Stakeholder
UND
einen langen Atem.