

2000-Watt Gesellschaft leben

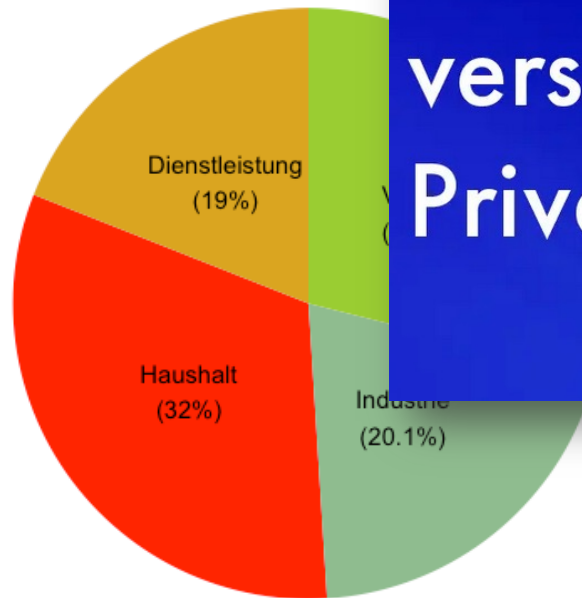
Fachvortrag: Curdin Derungs

Abschlussbericht: <https://www.aramis.admin.ch/Grunddaten/?ProjectID=40155>

Ziel & Motivation

Den Energieverbrauch beim Wohnen (!Labor) durch gezielte Interventionen reduzieren




Energieverbrauch Schweiz



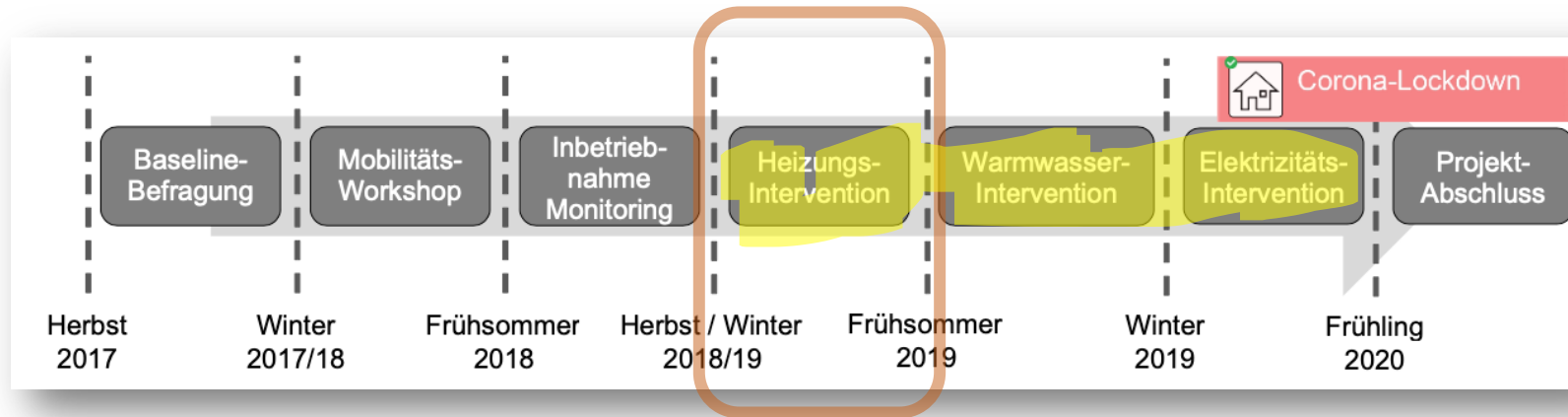
**Keine Energie
verschwenden in
Privathaushalten.**



Organisation

- Kollaboration:   
- Siedlung mit 8 Häusern und 70 Wohneinheiten (40 an Studie beteiligt)
- Auftraggeber: Bundesamt für Energie P&D
- Budget: ca. CHF 600'000.-
- Laufzeit: 2017 – 2020 (vom Frühjahr 2018 bis 2020 unter meiner Leitung)

Projektablauf & Fragestellungen

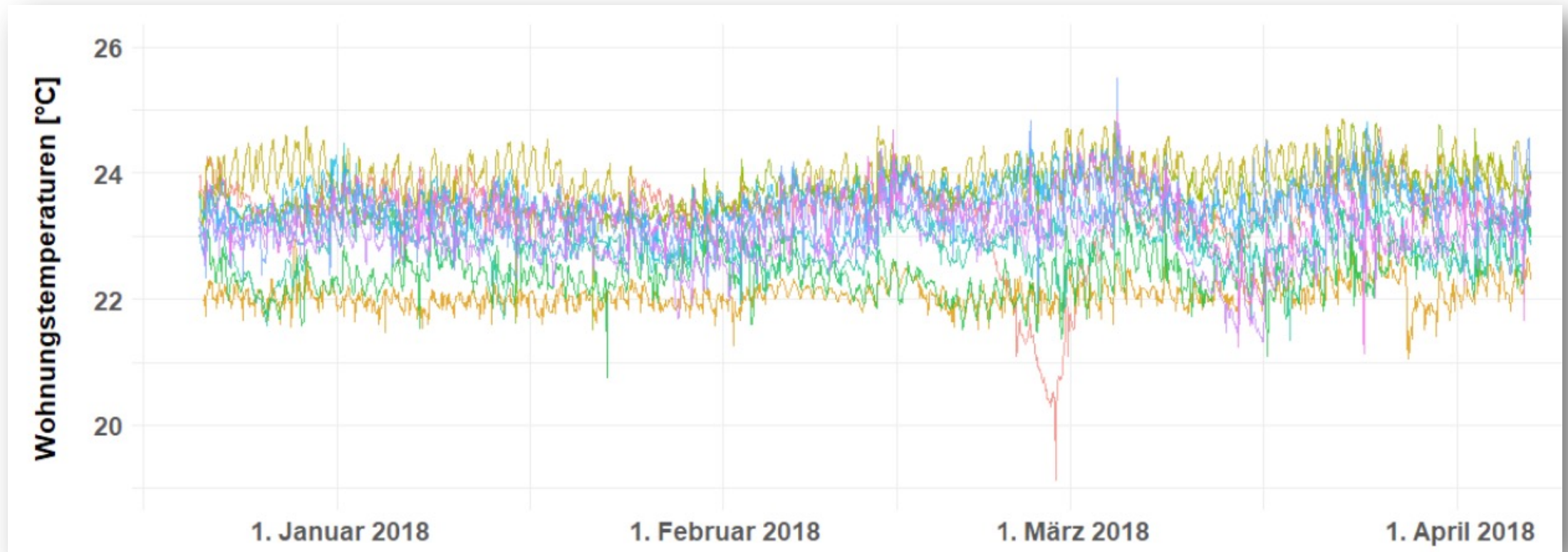


- Heizungsintervention (HI)

- Wie viel Energie kann durch eine datengetriebene **Optimierung der Heizung** und durch eine **Temperaturabsenkung** eingespart werden?
- Stösst die Temperaturabsenkung auf die **Akzeptanz** der Bewohnenden?
- Findet bei den Bewohnenden eine **Anpassung** an tiefere Temperaturen statt?

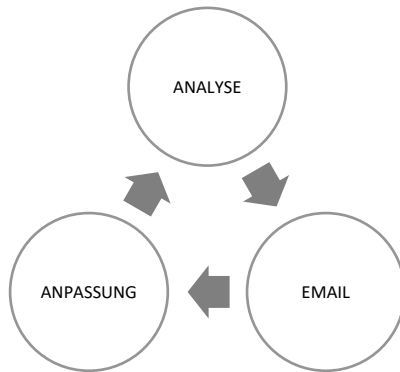
Heizungsintervention

HI – Ausgangslage (Winter 2017/ '18)

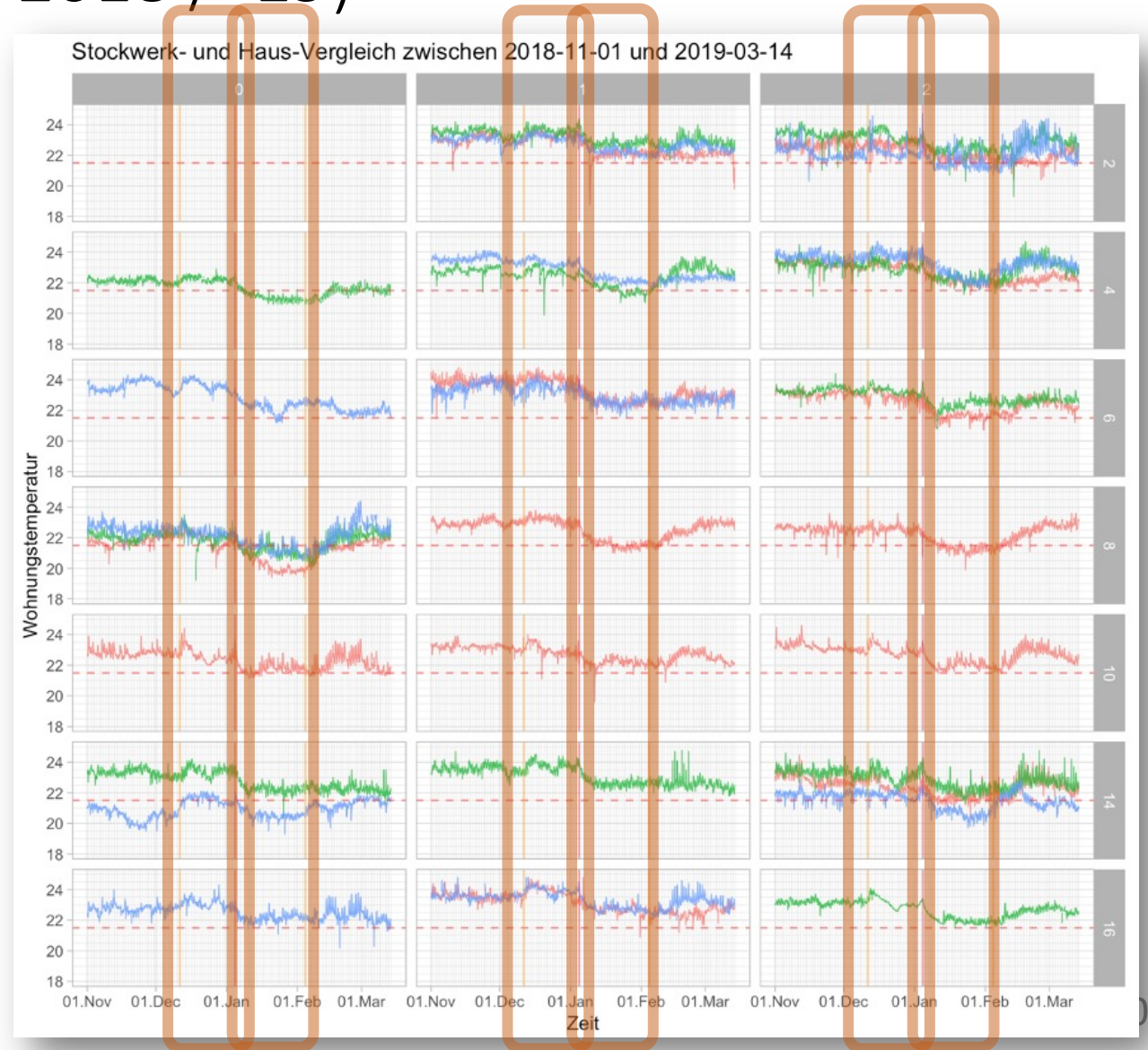


HI – Vorgehen (Winter 2018 / '19)

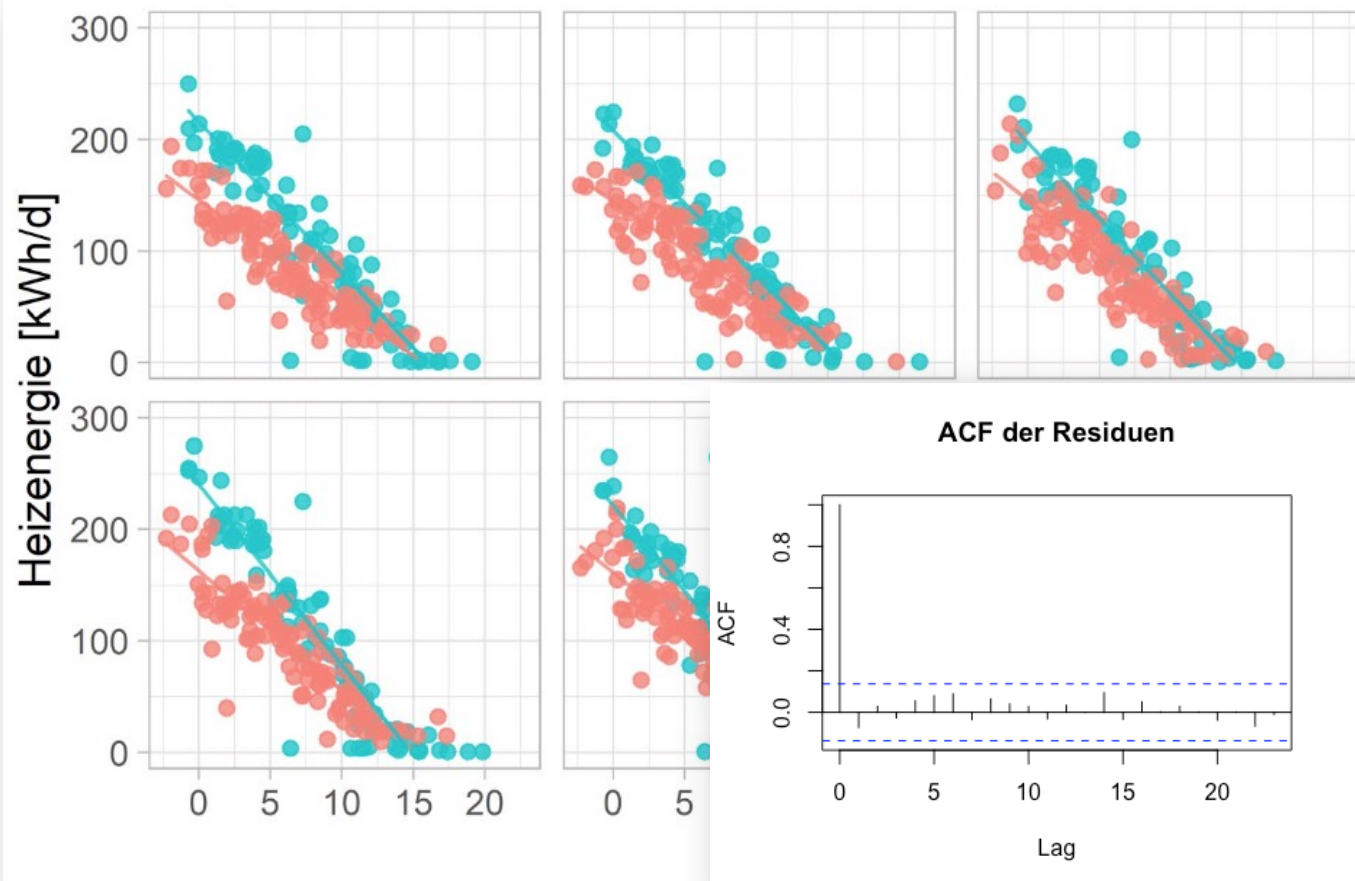
1. Hydraulischer Abgleich



2. Absenkung der Temperatur



HI – Einsparungen



```
> lm.base <- lm(heizenergie ~ temp, data = heizen_h2)
> lm.int <- lm(heizenergie ~ temp*intervention, data = heizen_h2)
> anova(lm.base, lm.int)
Analysis of Variance Table
```

	Res.Df	RSS	Df	Sum of Sq	F	Pr(>F)
1	203	195440				
2	201	106792	2	88649	83.426	< 2.2e-16 ***

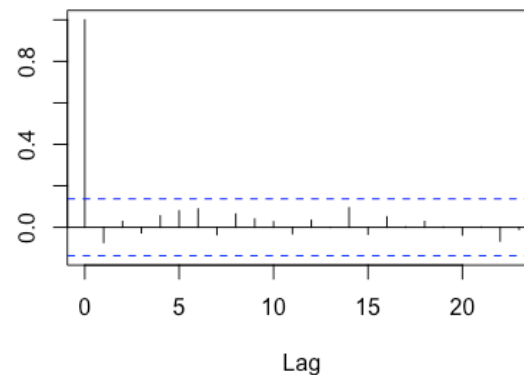
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> summary(lm.int)

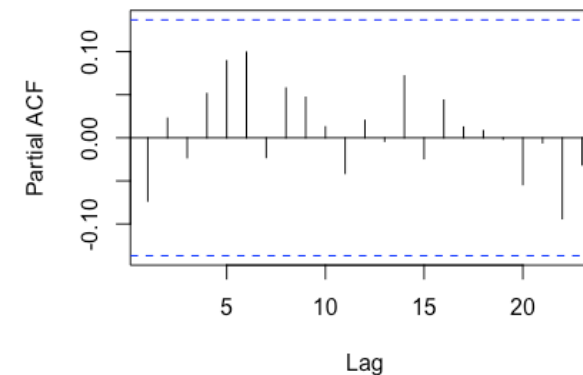
Call:
lm(formula = heizenergie ~ temp * intervention, data = heizen_h2)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
 89.697
```

ACF der Residuen



PACF der Residuen



	Error	t value	Pr(> t)
3.9975	36.176	< 2e-16	***
0.5323	-17.335	< 2e-16	***
6.1704	11.094	< 2e-16	***
0.7243	-5.818	2.33e-08	***

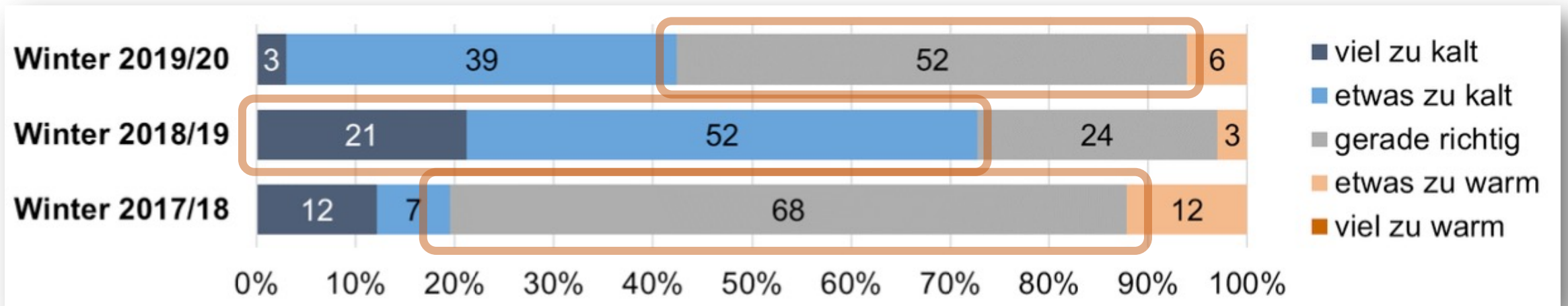
01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

degrees of freedom
ted R-squared: 0.8396

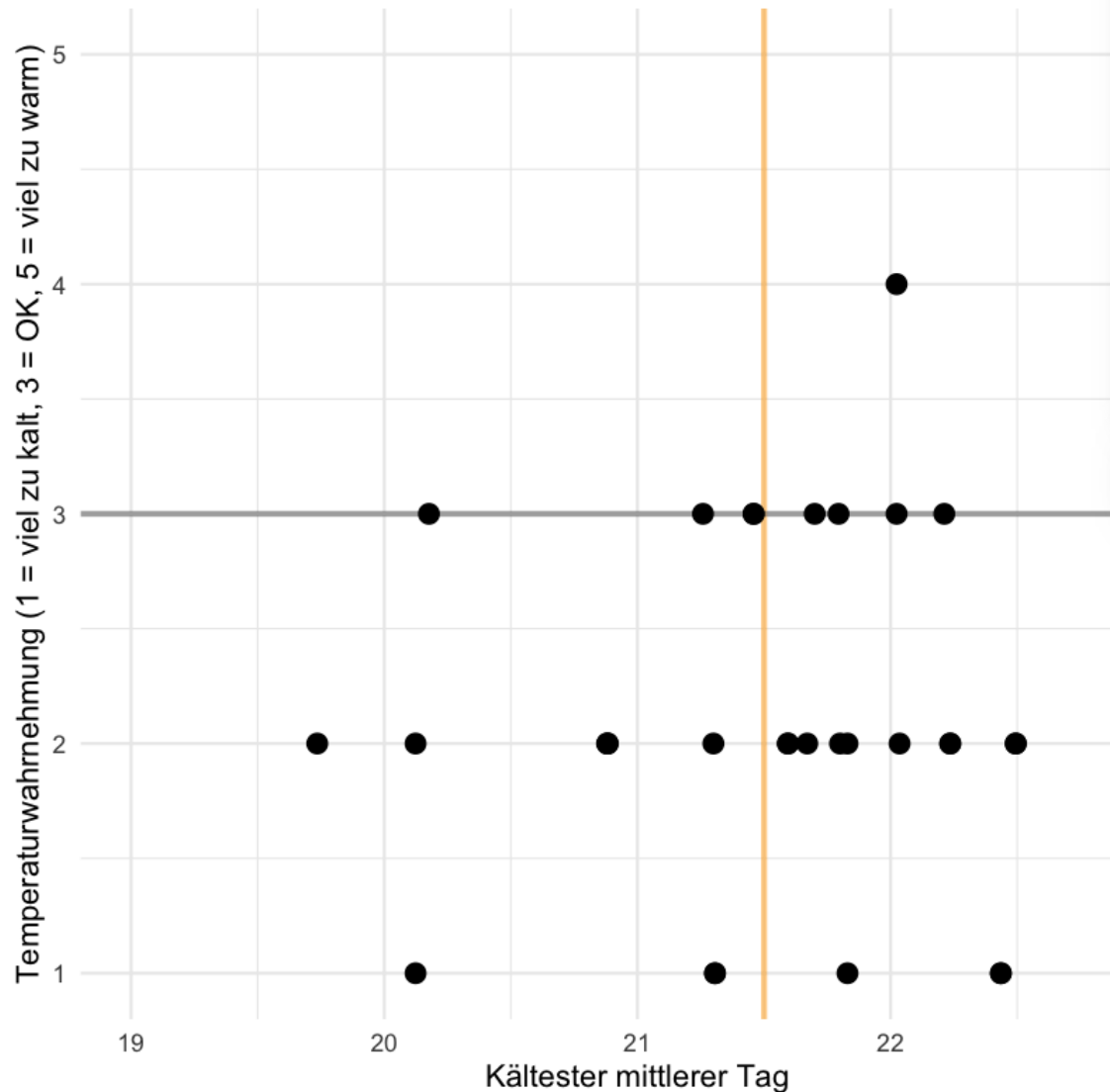
► - 25% Heizenergie

<https://www.aramis.admin.ch/Grunddaten/?ProjectID=40155>

HI – Akzeptanz



HI – Akzeptanz vs. Tem



```
> model= polr(wahrnehmung ~ temp_intervention , data = temp_wahr, Hess = TRUE)
```

```
> summary(model)
```

Call:

```
polr(formula = wahrnehmung ~ temp_intervention, data = temp_wahr,
      Hess = TRUE)
```

Coefficients:

	Value	Std. Error	t value
temp_intervention	0.04593	0.4569	0.1005

Intercepts:

	Value	Std. Error	t value
1 2	-0.4397	9.8319	-0.0447
2 3	1.8813	9.8328	0.1913
3 4	4.3895	9.8867	0.4440

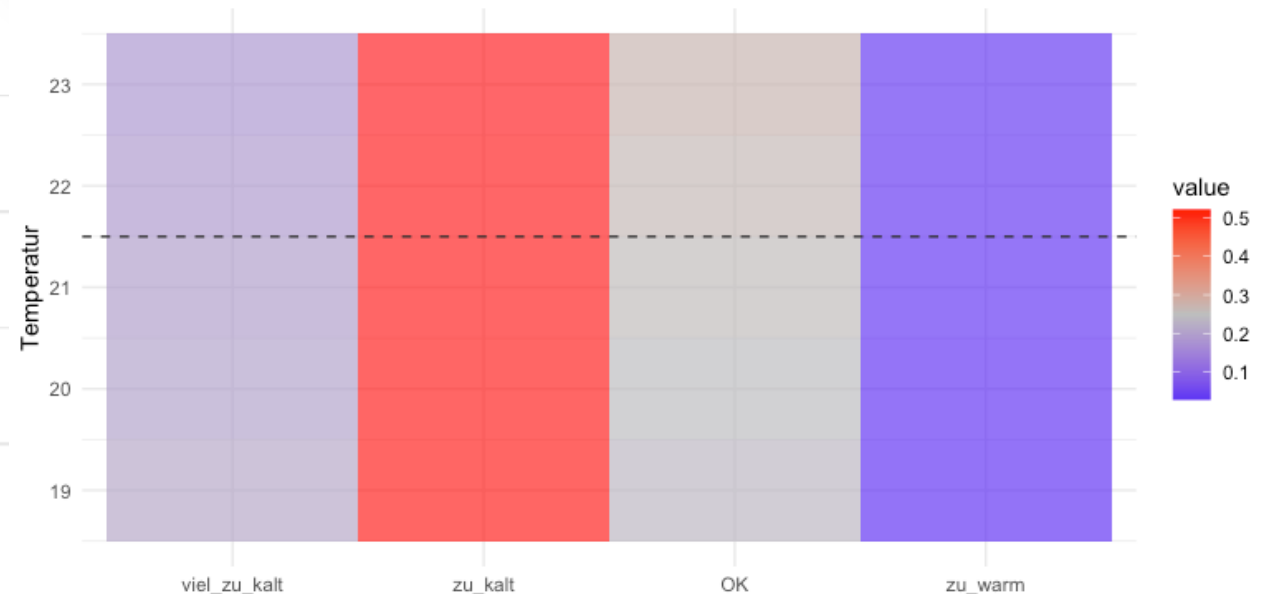
Residual Deviance: 69.40104

AIC: 77.40104

```
> temp_new = data.frame(temp_intervention = 19:23)
```

```
> temp_probs = predict(model, newdata = temp_new, type = 'probs')
```

Wahrscheinlichkeit für unterschiedliche Wahrnehmungen, gegeben eine Raumtemperatur



Zusammenfassung

- Ziel erreicht! Durch gezielte Interventionen kann Energie beim Wohnen eingespart und die Akzeptanz für Komfortverlust erhöht werden.
- Publikationen:
 - CISBAT
 - Sustainability (in Revision)
 - Haustech
 - Faktenblatt mit Handlungsempfehlungen für den Bund
 - ...
- Verwendung der Resultate:
 - BFE: $-\Delta 1^{\circ}\text{F} \cong -\Delta 10\%$ Heizenergie
 - BGZ nutzt die Erkenntnisse für andere Überbauungen

Zukunftsmusik

- 1-2 Befragungen zur Akzeptanz und Wahrnehmung pro Saison ist zu wenig um detaillierte Zusammenhänge zu verstehen
→ häufiges aber wenig detailliertes Feedback
- Ein Newsletter pro Woche ist nicht ausreichend, um das eigene Verhalten zu optimieren
→ Echtzeitinformation für Bewohnende
- Mehr Teilnehmer, blinder, zufälliger, mehr Faktoren, mit Placebo
→ Experimental Design



Vision

https://miro.com/app/board/uXjVPgkHpCo=