Wissenschaftliche Erkenntnis, Reproduzierbarkeit und praktische Lösungen in der Akustik

Hagen Wierstorf [1] Sascha Spors[2] Matthias Geier[2]

[1] Filmuniversität Babelsberg *KONRAD WOLF*
[2] Institut für Nachrichtentechnik, Universität Rostock

Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Akustik
07.03.2017,

Wissenschaftliche Methode

- **Deduktion:**
  Dachs ist ein Säugetier
  Dieter ist ein Dachs
  $\Rightarrow$ Dieter ist ein Säugetier

- **Induktion:**
  Medikament hatte keine Nebenwirkung an 100 000 getesteten Menschen.
  $\Rightarrow$ Kann sicher verwendet werden.

- **Computer Simulation:** [1,2]
  Numerik und große Datensätze.
  Noch keine etablierte Verifizierbarkeit.

---

[1] Donoho, et al. (2009), *Computing in Science & Engineering*, 10.1109/MCSE.2009.15
[2] Vandewalle, et al. (2009), *IEEE Signal Processing Magazine*, 10.1109/MSP.2009.932122

Wann ist etwas Wissenschaft?

Überprüfung einer Aussage durch **Falsifizierbarkeit**

> *If it disagrees with experiment, it's wrong. In that simple statement is the key to science.*

R. Feynman[3]

- Nicht automatisch Widerlegung einer Theorie (Gran Sasso, 2011)
- Kann als Abgrenzung von Pseudowissenschaften verwendet werden (z.B. Astrologie)
- **Reproduzierbarkeit** von Ergebnissen wichtig

[3] Zitiert nach Lewens (2015), *The Meaning of Science*, Pelican

Reproduzierbarkeitskrise

- Psychologie: 47% reproduzierbare Studien ($N = 100$)[4]
- Pharmazie: 21% reproduzierbare Studien ($N = 120$)[5,6]
- Genetik: 44% reproduzierbare Datenanalyse ($N = 18$)[7]

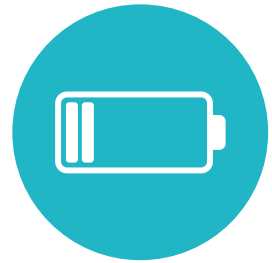
- Reproducibility Project: Cancer Biology[8]

[4] Open Science Collaboration (2015), *Science*, 10.1126/science.aac4716
[5] Prinz, et al. (2011), *Nature Reviews Drug Discovery*, 10.1038/nrd3439-c1
[6] Begley & Ellis (2012), *Nature*, 10.1038/483531a
[7] Ioannidis, et al. (2009), *Nature Genetics*, 10.1038/ng.295
[8] Errington, et al. (2017), *Open Science Framework*, osf.io/e81xl/

Gründe für Nicht-Reproduzierbarkeit

Datenmelken
Suchen nach signifikanten Ergebnissen

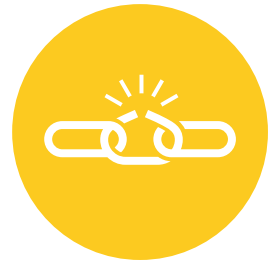
Positiver Bias
Nur positive Ergebnisse werden publiziert



Teilnehmerzahl
Zu wenig statistische Power für Effektstärke

Fehler
Technische oder Programmierfehler

Unklare Methode
Methode ungenügend beschrieben



Schlechtes Design
Experiment hat systematische Fehler

Auswege

Open Science
Daten, Software und Methoden

Pre-Registrierung
des Versuches (und Review)

Zusammenarbeit
unterschiedlicher Arbeitsgruppen

Post-publication review
Diskussion und Verbesserungen

Verzicht auf *p*-Werte
Effektstärke, Konfidenzinterval

Statistik

Probleme des *p*-Wertes

- Aussagekraft abhängig von statistischer Power[9]
- Aussagekraft abhängig von Anzahl getesteter Hypothesen[9]
- Wahrscheinlichkeit eines echten Effektes hängt davon ab wie wahrscheinlich die Hypothese war[10]
- Schlechte Reproduzierbarkeit auch bei guter statistischer Power[11]

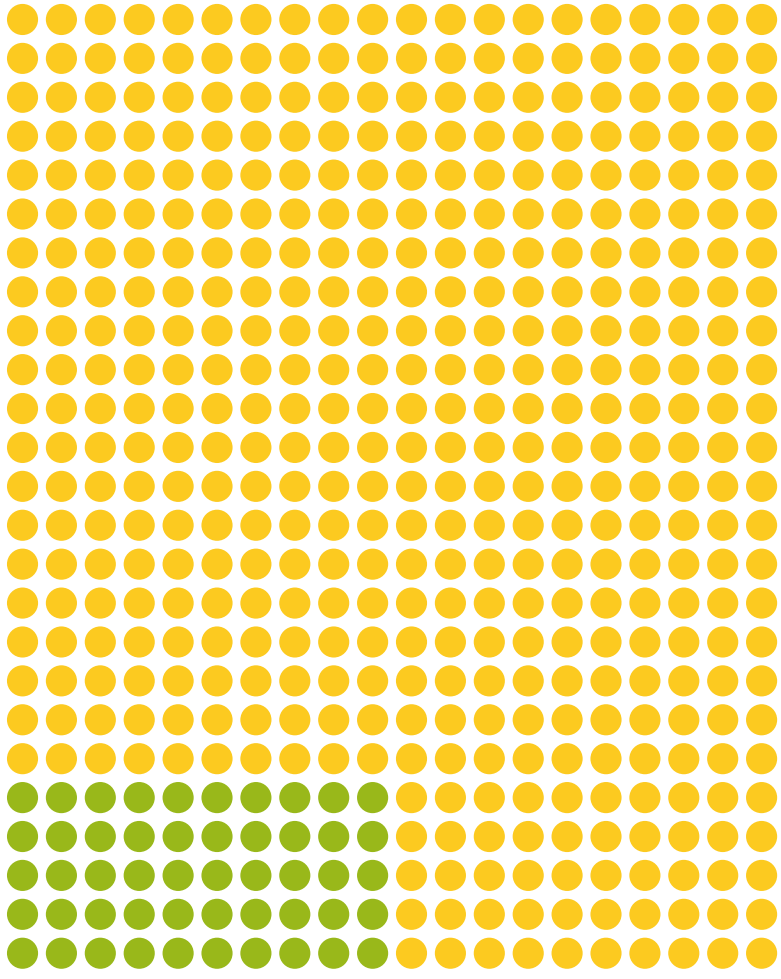
Lösungsvorschläge

- Effektstärke und Konfidenzinterval als Alternative[11]
- Kumulativ vorgehen (Meta-Analysen)[12]

---

[9] Ioannidis (2005), *PLoS Med*, 10.1371/journal.pmed.0020124
[10] Nuzzo (2014), *Nature*, 10.1038/506150a
[11] Halsey, et al. (2015), *Nature Methods*, 10.1038/nmeth.3288
[12] Cumming (2014), *Psychological Science*, 10.1177/0956797613504966

Statistik



500 Hypothesen

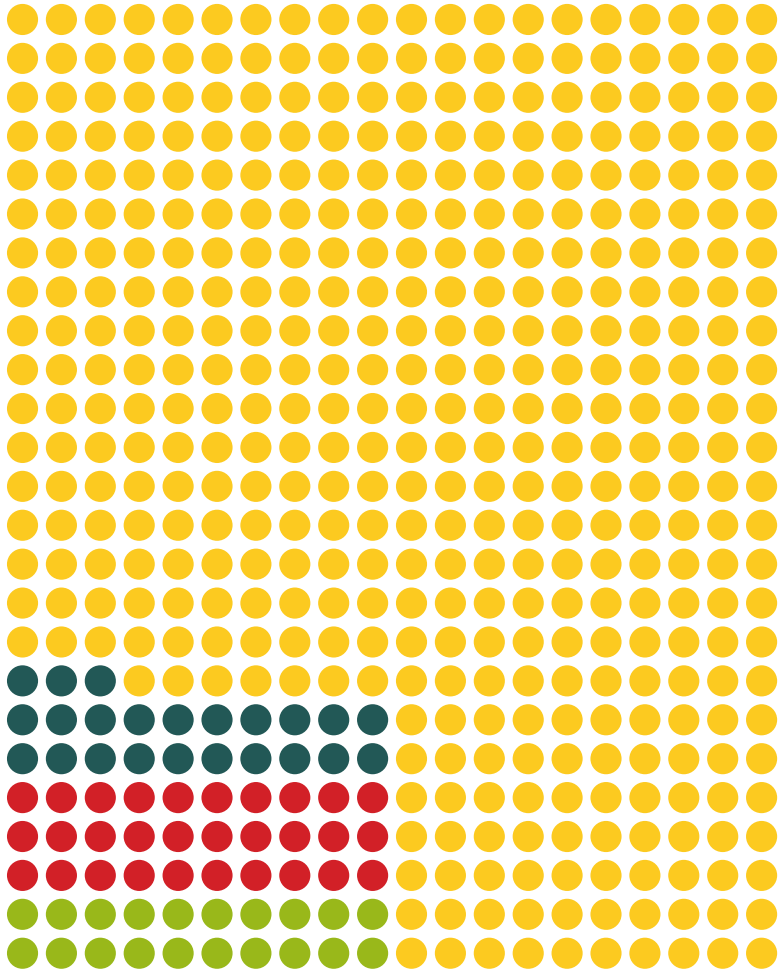
Power: 0.4

$p = 0.05$

unwahr
wahr
falsch negativ
falsch positiv
publiziert

Basierend auf The Academy of Medical Sciences (2015), CC BY 4.0, apo.org.au/node/58335

Statistik



500 Hypothesen

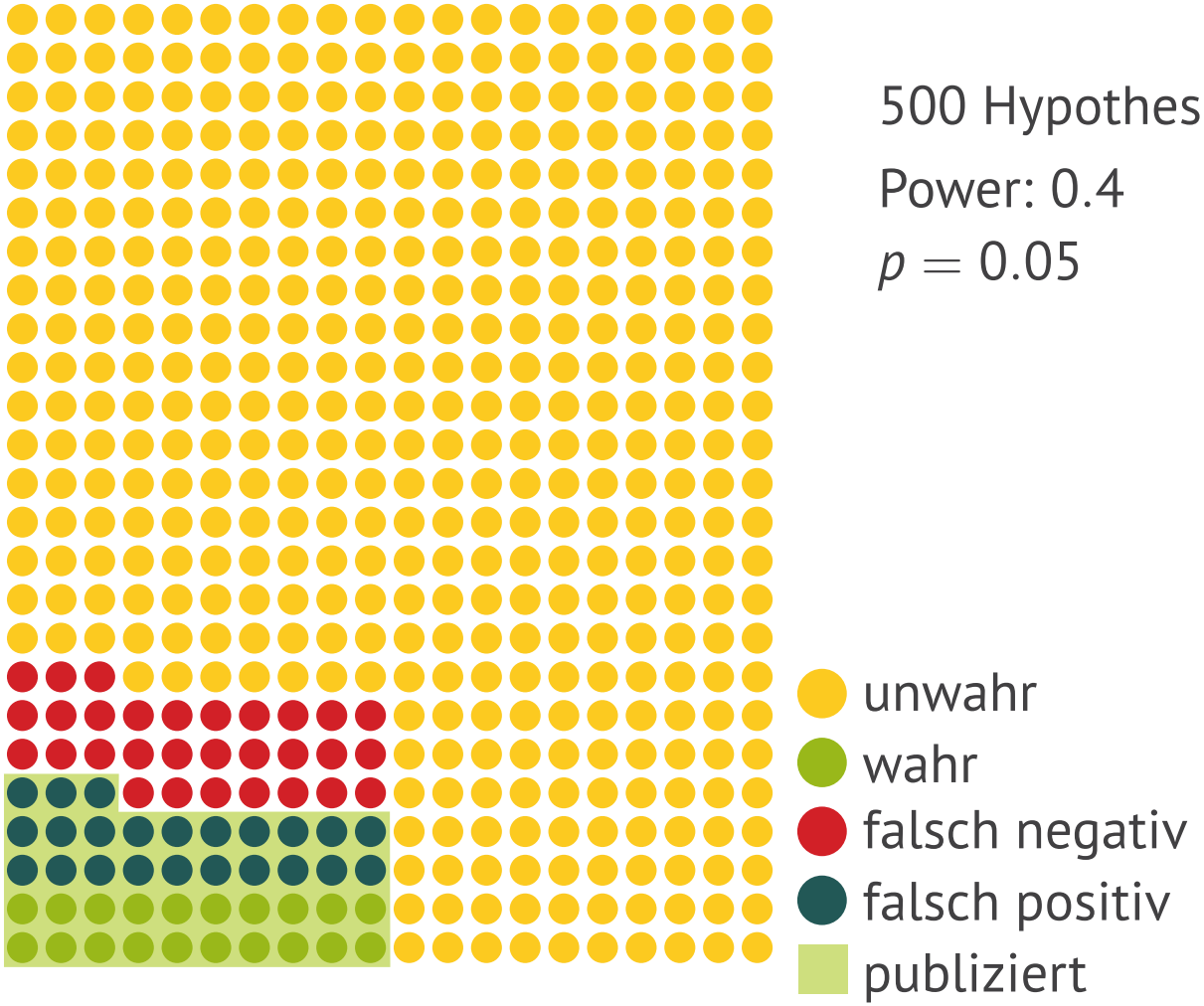
Power: 0.4

$p = 0.05$

unwahr
wahr
falsch negativ
falsch positiv
publiziert

Basierend auf The Academy of Medical Sciences (2015), CC BY 4.0, apo.org.au/node/58335

Statistik

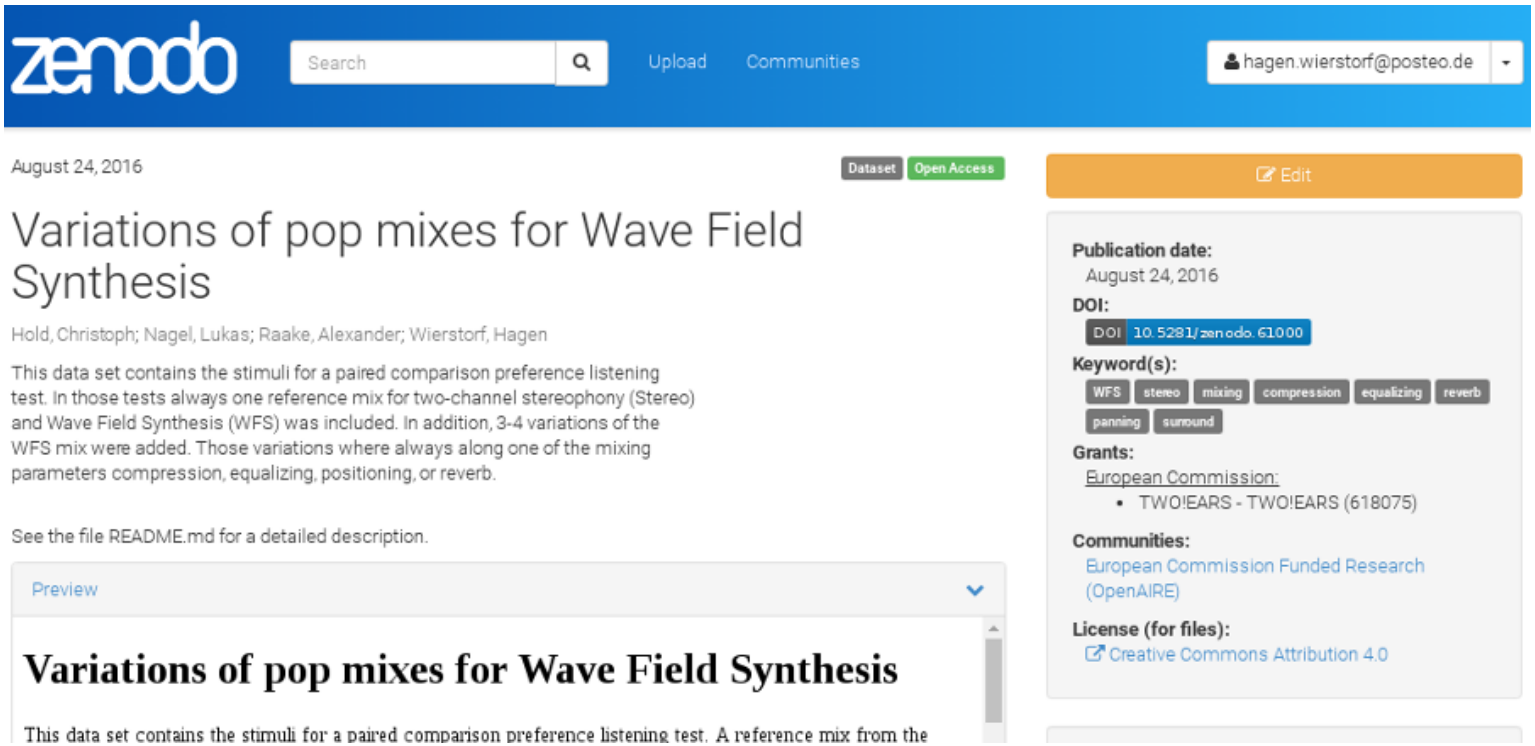


Basierend auf The Academy of Medical Sciences (2015), CC BY 4.0, apo.org.au/node/58335

Beispiel: Open Science in der Akustik

Daten

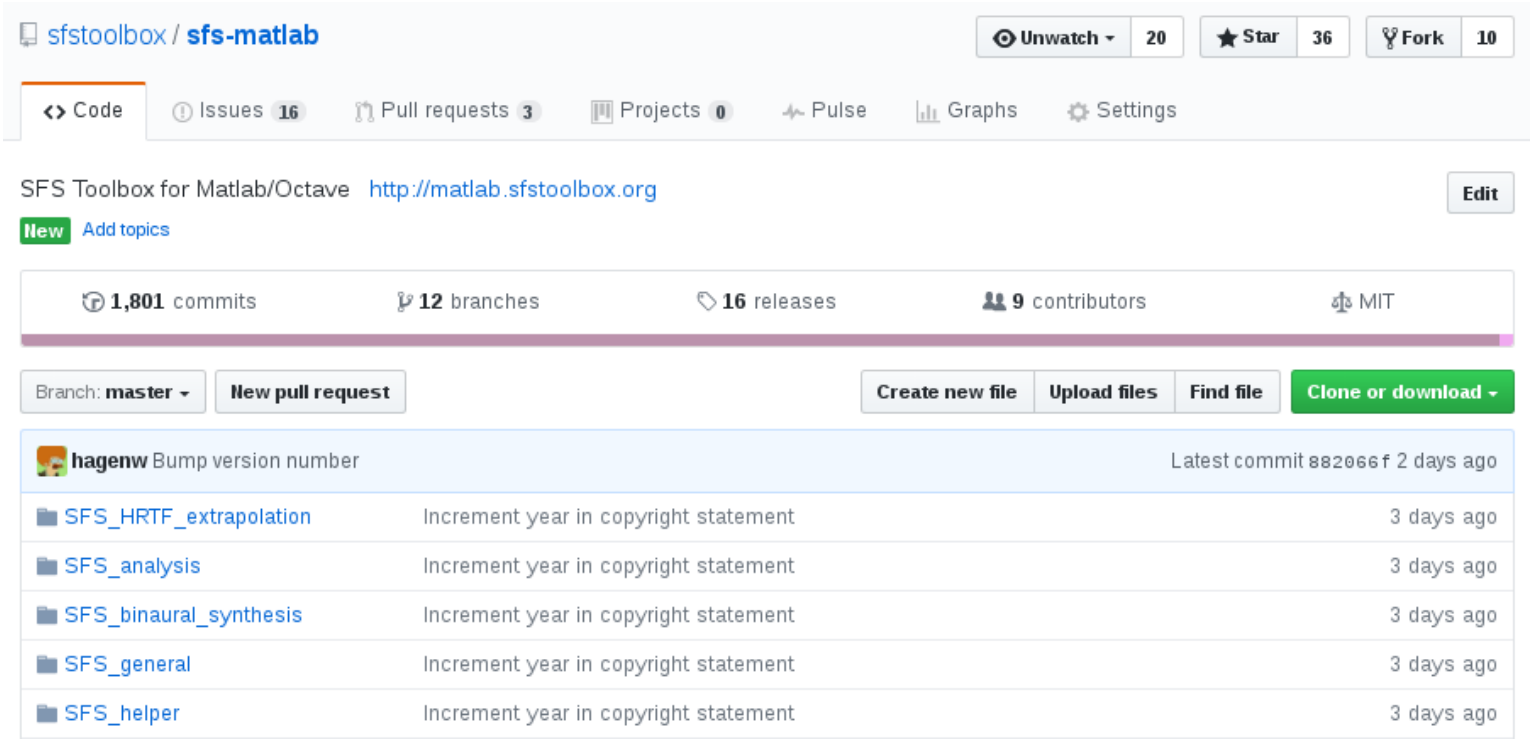
- Daten-Repository mit doi, z.B. zenodo.org
- Noch nicht perfekt (Versionierung, Datengröße)



Beispiel: Open Science in der Akustik

Software

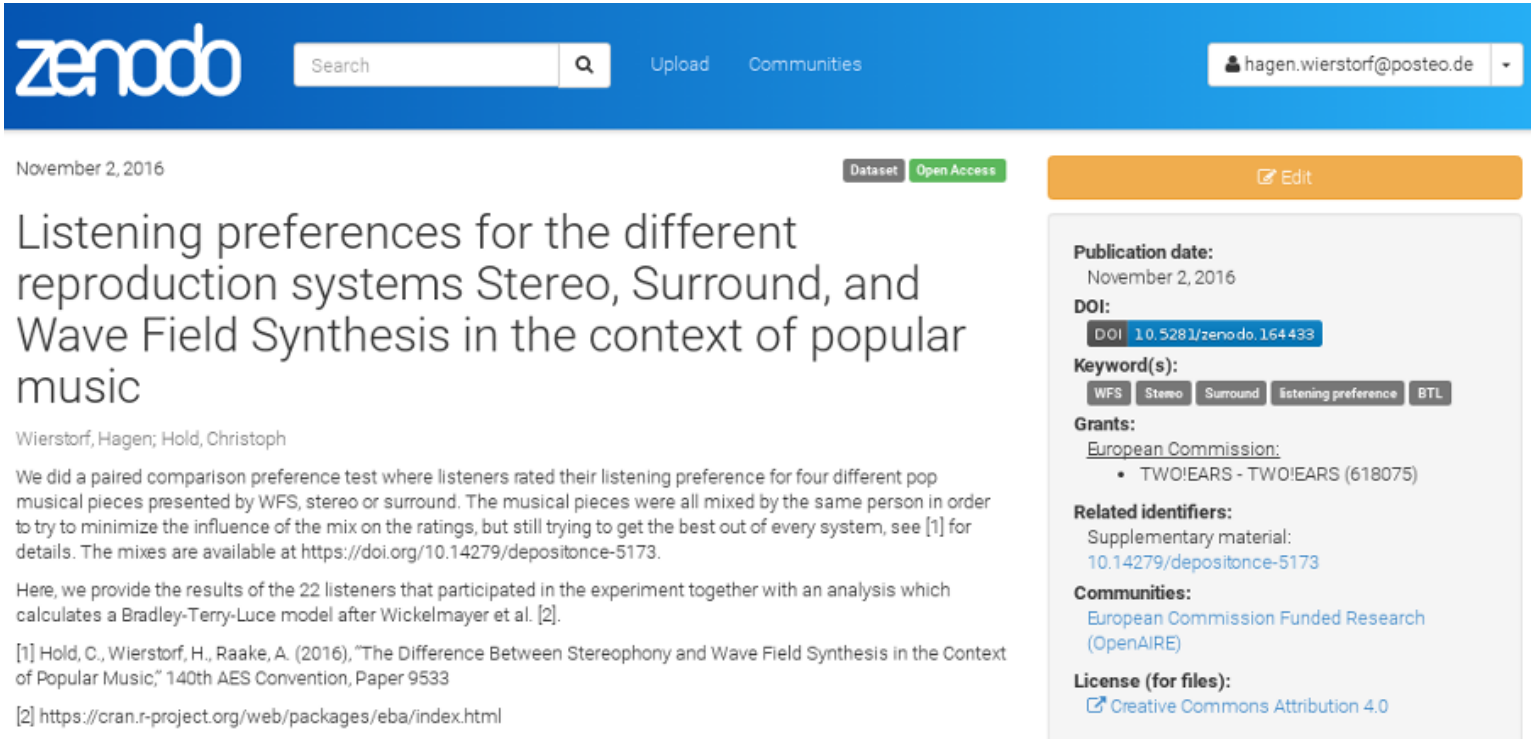
- Software-Repository, z.B. auf github.com
- Software am besten allgemein und mit Partnern entwickeln



Beispiel: Open Science in der Akustik

Methoden

- Skripte für statistische Auswertung veröffentlichen
- Code für einzelne Abbildung veröffentlichen



Publizieren in der Zukunft

Code und Daten in Publikation verlinkt[13]

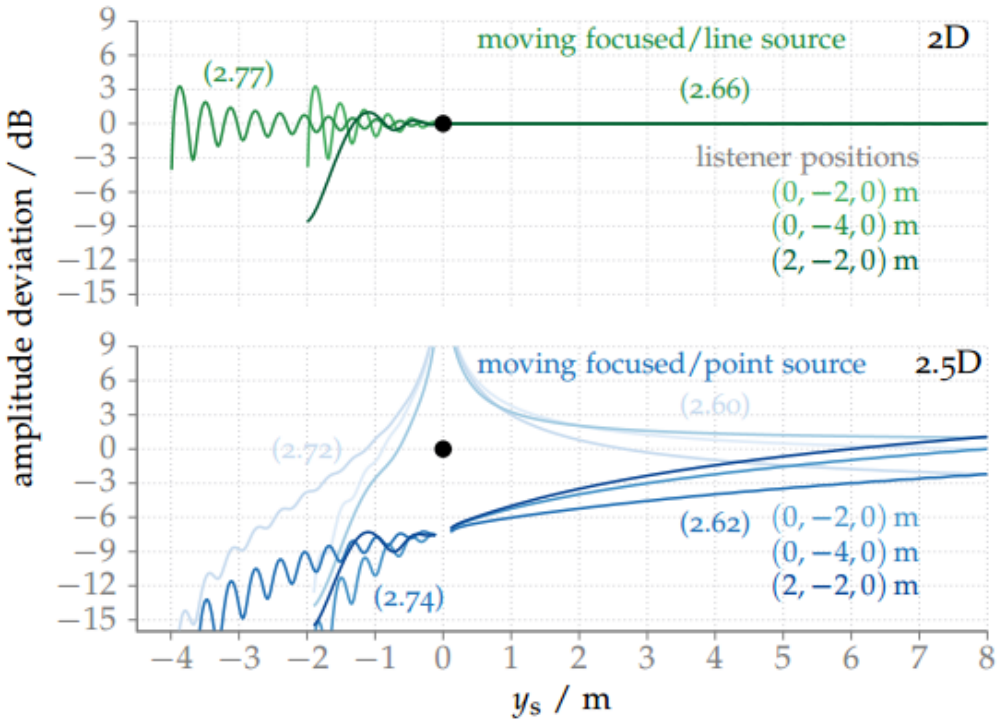


Figure 3.2: Amplitudes of a synthesized point/focused source minus the amplitudes of corresponding real point source located at y_s for three fixed listening positions. The secondary source distribution is located on the x-axis as indicated by the black dot. For positions of the synthesized source with negative y_s values the corresponding focused source models were applied. The used driving functions are indicated within the graphs. For the 2.5D case, two different driving functions are shown whereby the dark blue one is used as default in this thesis. Parameters: $\mathbf{x}_{\text{ref}} = (0, -2, 0)\,\text{m}$, $f = 1\,\text{kHz}$. ☞

[13] Wierstorf (2014), Dissertation, 10.14279/depositonce-4310

Publizieren in der Zukunft

Code und Daten in Publikation eingebettet[14]

jupyter nbviewer

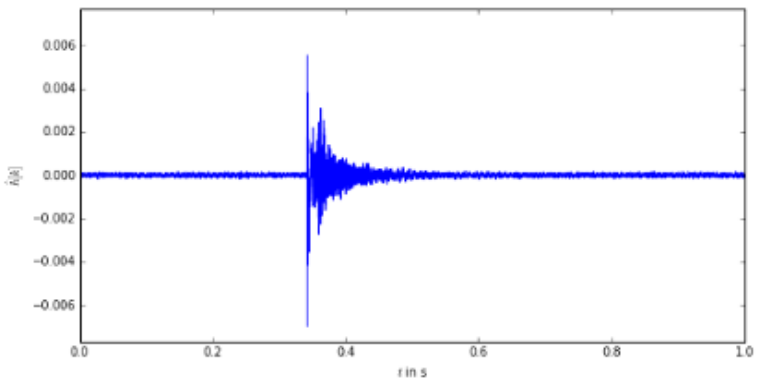
JUPYTER FAQ

Estimation of the Acoustic Impulse Response

The acoustic impulse response is estimated by cross-correlation $\varphi_{xx}[\kappa]$ of the output with the input signal. Since the cross-correlation function (CCF) for finite-length signals is given as $\varphi_{yx}[\kappa] = \frac{1}{K} \cdot y[\kappa] * x[-\kappa]$, the computation of the CCF can be speeded up with the fast convolution method.

```
In [4]: h = 1/len(y) * sig.fftconvolve(y, x[::-1], mode='full')
        h = h[fs*(T+Tr):fs*(T+2*Tr)]

In [5]: plt.figure(figsize=(10, 5))
        t = 1/fs * np.arange(len(h))
        plt.plot(t, h)
        plt.axis([0.0, 1.0, -1.1*np.max(np.abs(h)), 1.1*np.max(np.abs(h))])
        plt.xlabel(r'$t$ in s')
        plt.ylabel(r'$\hat{h}[k]$');
```



[14] Spors (2016), Digital Signal Processing - Lecture notes, github.com

Zusammenfassung

Open Science
Daten, Software und Methoden

Pre-Registrierung
des Versuches (und Review)

Zusammenarbeit
unterschiedlicher Arbeitsgruppen

Post-publication review
Diskussion und Verbesserungen

Verzicht auf *p*-Werte
Effektstärke, Konfidenzinterval