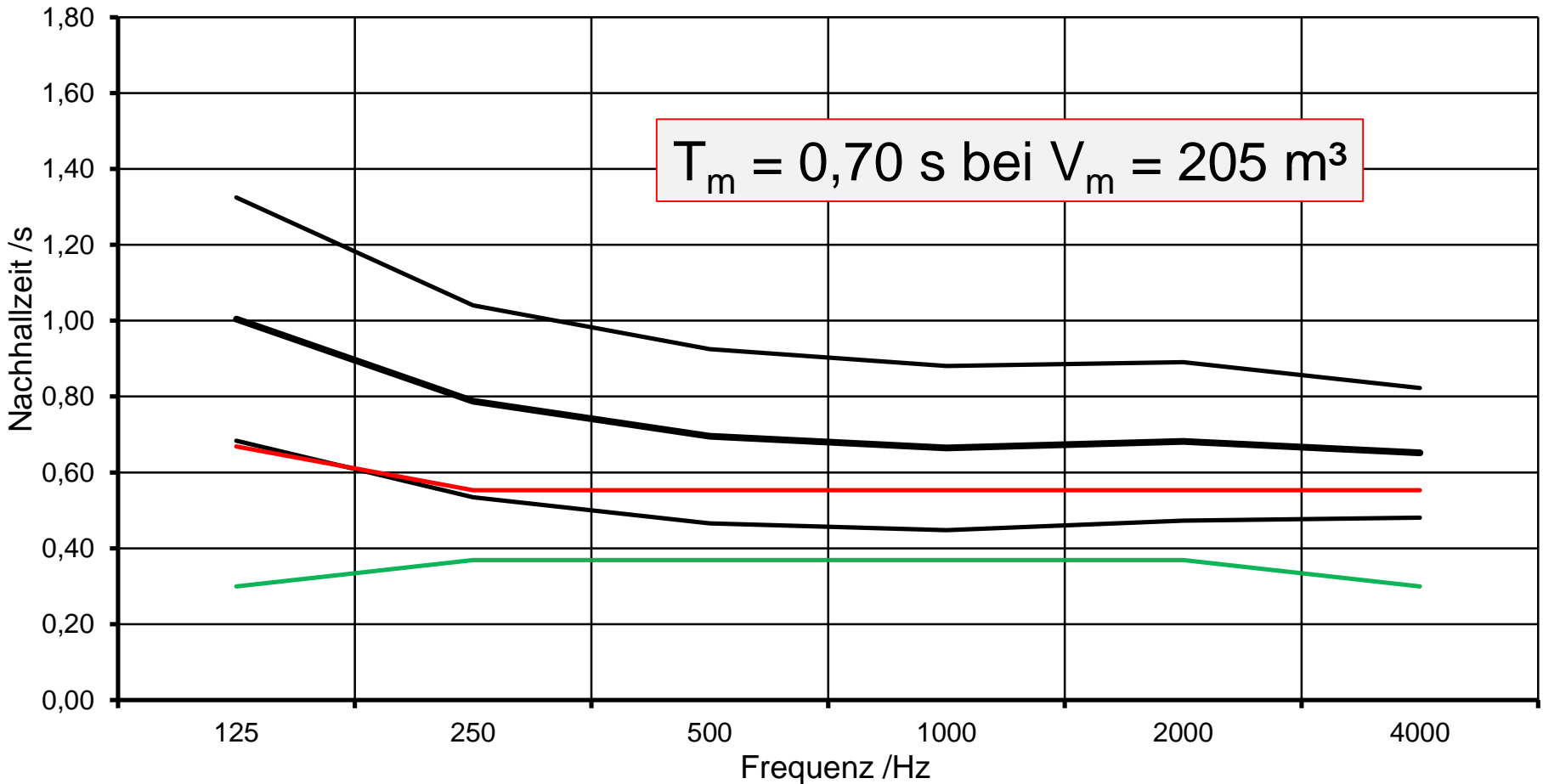


# Nachhallzeiten von Klassenräumen – eine bundesweite Erhebung

Dipl.-Ing. Carsten Ruhe  
hörgerecht planen und bauen  
Beratungsbüro für Akustik  
[carsten.ruhe@ hoeren-und-bauen.de](mailto:carsten.ruhe@ hoeren-und-bauen.de)  
[www.carsten-ruhe.de](http://www.carsten-ruhe.de)

# Zur Erinnerung: DAGA2022: 140 Klassenräume

Vergleich der Nachhallzeiten mit RG A4, alle Datensätze



— Mittelwert — Mittelw. + σ — Mittelw. - σ — Sollwert unten — Sollwert oben — — — —

# Zur Erinnerung: DIN 18041

## Ausgabe 1968-10:

1	Rauminhalt $V$	$m^3$	125	250	500	1000
2	Soll-Nachhallzeit ( $\pm 20\%$ ) $T_{soll}$	s	0,6	0,7	0,8	0,9

## Ausgabe 2004-05:

Unterricht:  $T_{soll} = \left( 0,32 \lg \frac{V}{m^3} - 0,17 \right) s$

Für 205 m <sup>3</sup>	
Jahr	Sollwert
1968	0,67 s
2004	0,57 s
2016	0,46 s

## Ausgabe 2016-03:

A4 „Unterricht/Kommunikation inklusiv“:

$$T_{Soll,A4} = \left( 0,26 \lg \frac{V}{m^3} - 0,14 \right) s$$

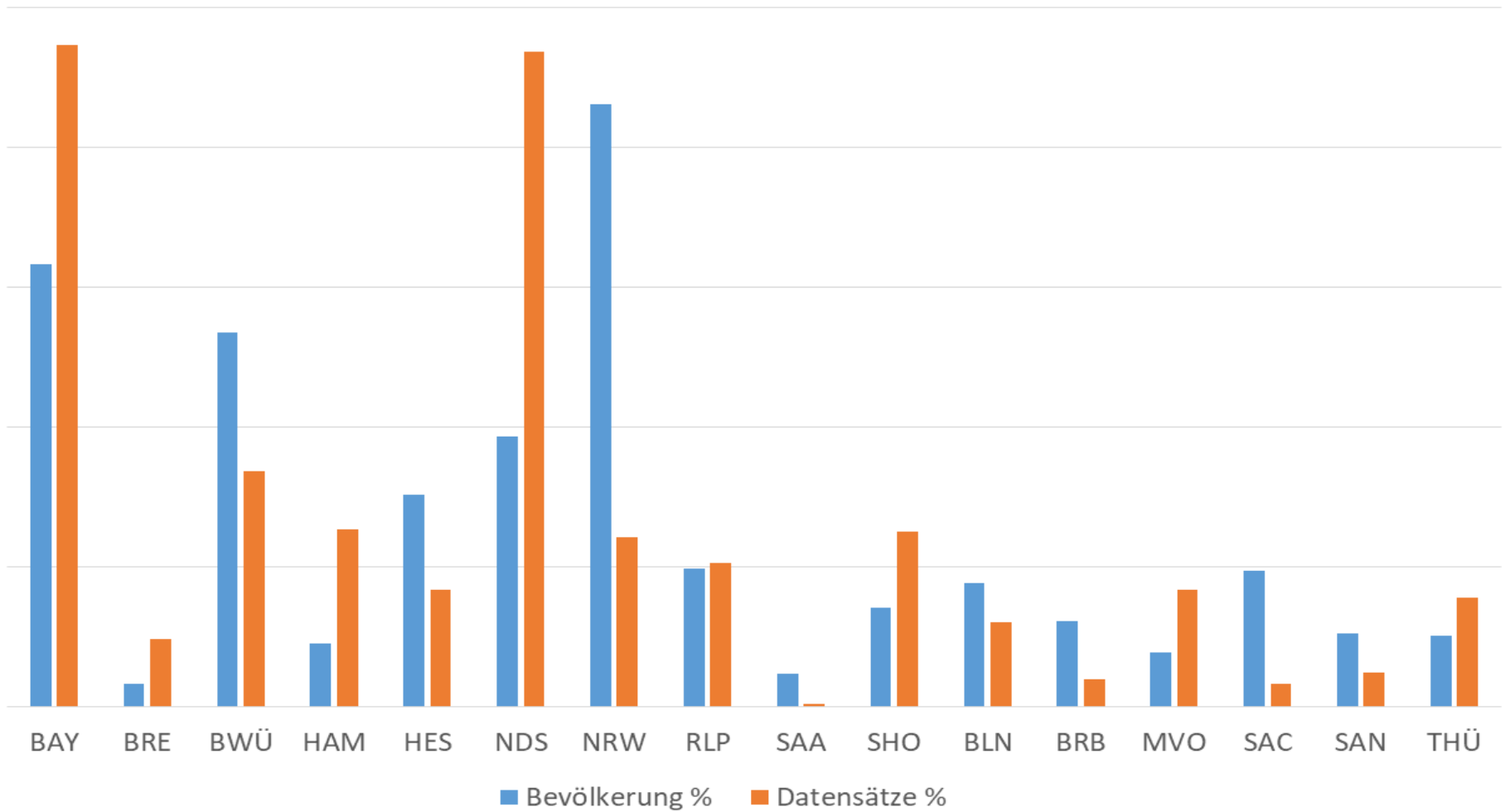
Die TGL 10687/04 von 1981 kannte keine Unterrichtsräume, sondern nur Darbietungsräume.

# 65 Institutionen haben sich mit Daten beteiligt:

<b>47 AKUSTIK-BÜROS</b>		ABO	ABS	ALB	AMB
APN	ASB	ASL	BAE	ENGEL	FHR
FÖRSTER	FuS	GAF	GB	GENEST	GM
GTA	HfT	HPB	HuUDD	IAB	IBAB
IBN	I-BRAS	IFAS	ISS	KÖTTER	KSZ
KuF	KUHN	KuK	KWA	MBBM	MÖHLER
OuT	PEUTZ	PMI	RAUMING	SCA	SuB
SuW	TAC	TuR	TuT	TÜV-NORD	TÜV-SAAR
<b>18 FÖRDER-SCHULEN</b>					UK-NORD
ALTSH.	BÜREN	EUSKI.	ERFURT	FRANKF.	ALTSH.
HILDESH.	KARLSR.	MANNH.	MÜNCHEN	NEUWIED	HILDESH.
OLDENB.	OLPE	SCHLESW.	SCHW.GD.	STEGEN	OLDENB.

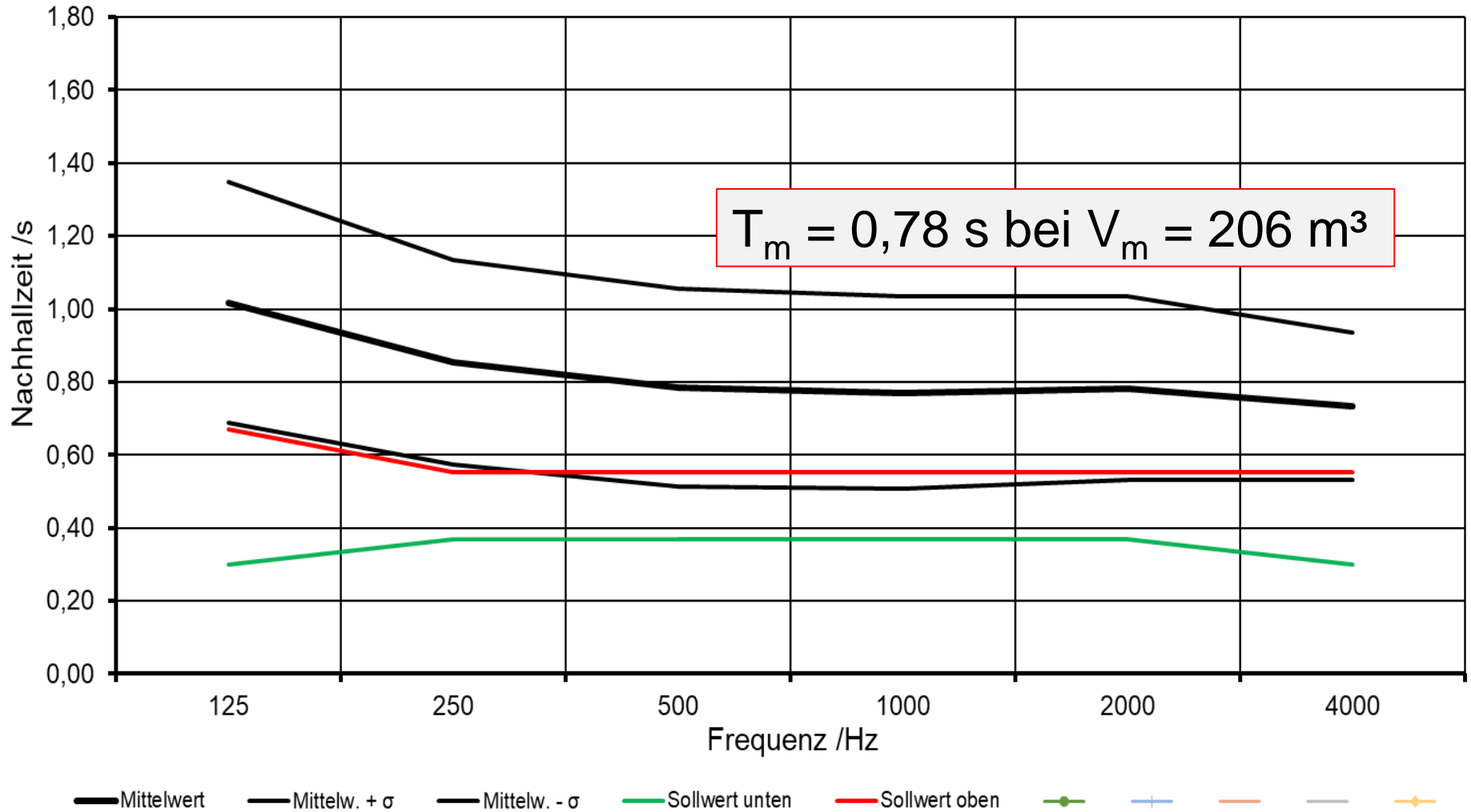
	Akustiker	Schulen
Teilnehmer	72 %	28 %
Datensätze	68 %	32 %

# Ant. Bevölkerung / Ant. Datensätze in Prozent

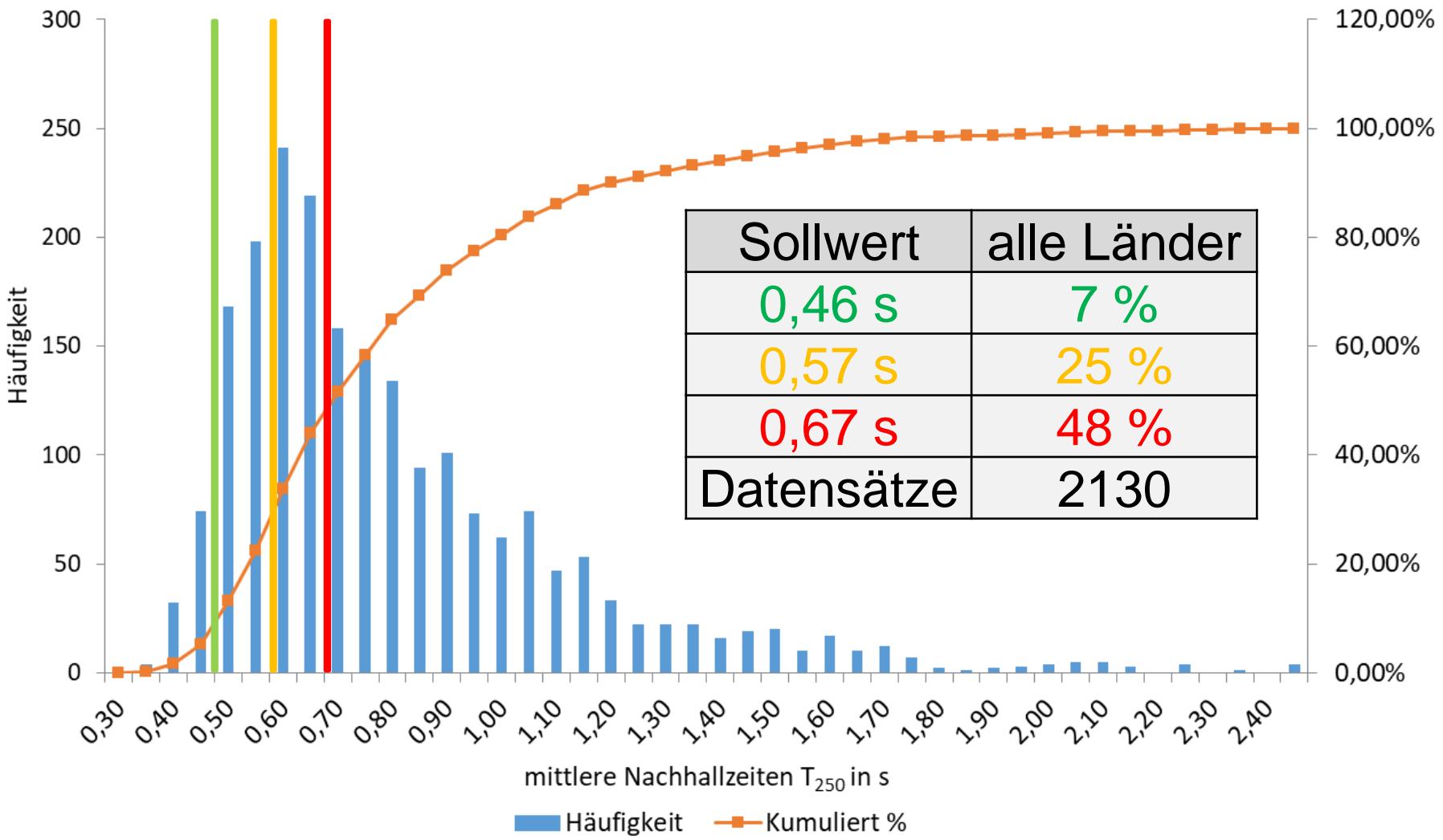


# Nachhallzeit-Statistik von 2130 Klassenräumen

Vergleich der Nachhallzeiten mit RG A4, alle Datensätze

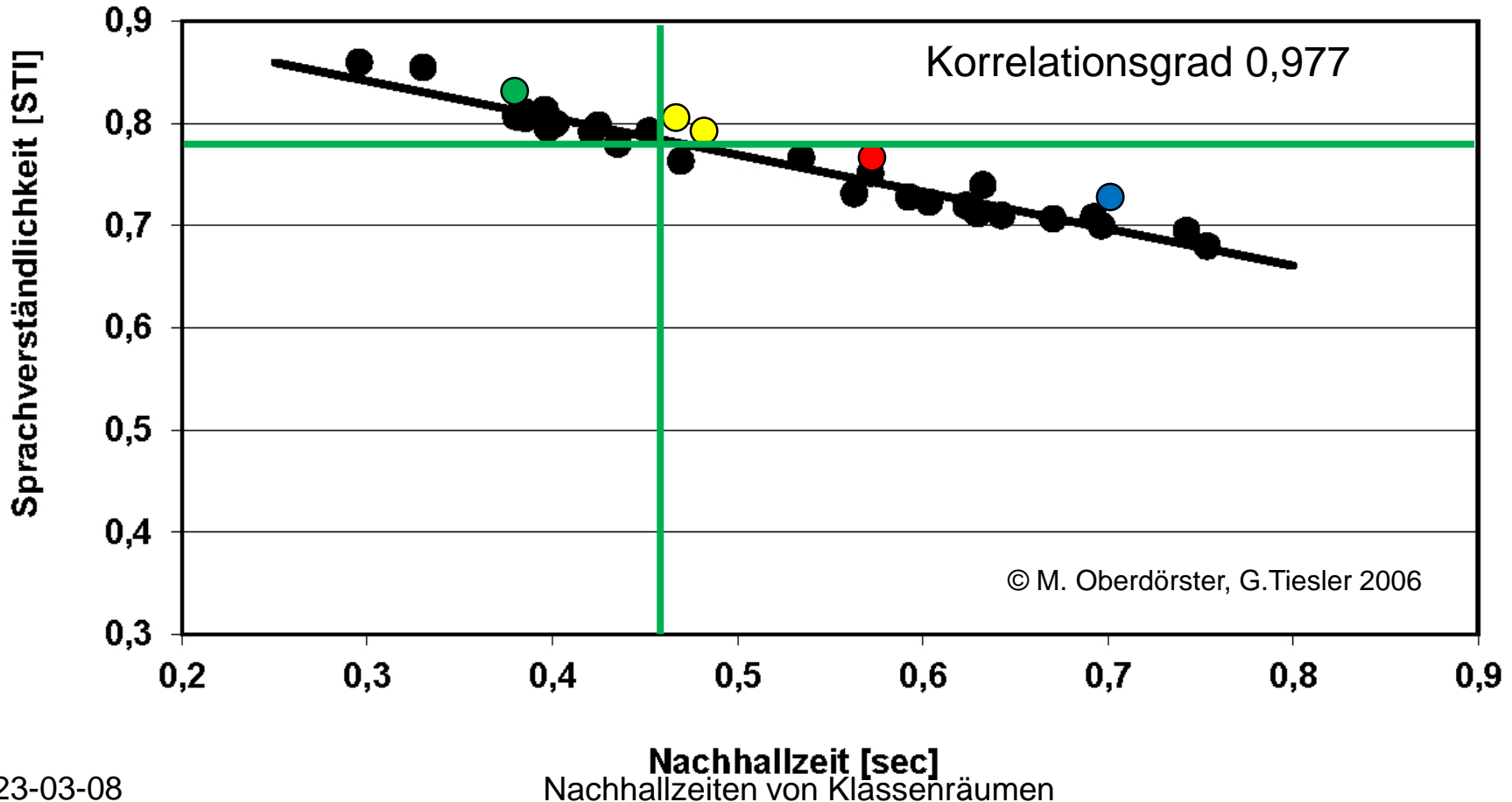


# Häufigkeitsverteilung und Verteilungsfunktion



# Nachhallzeit und Sprachverständlichkeit

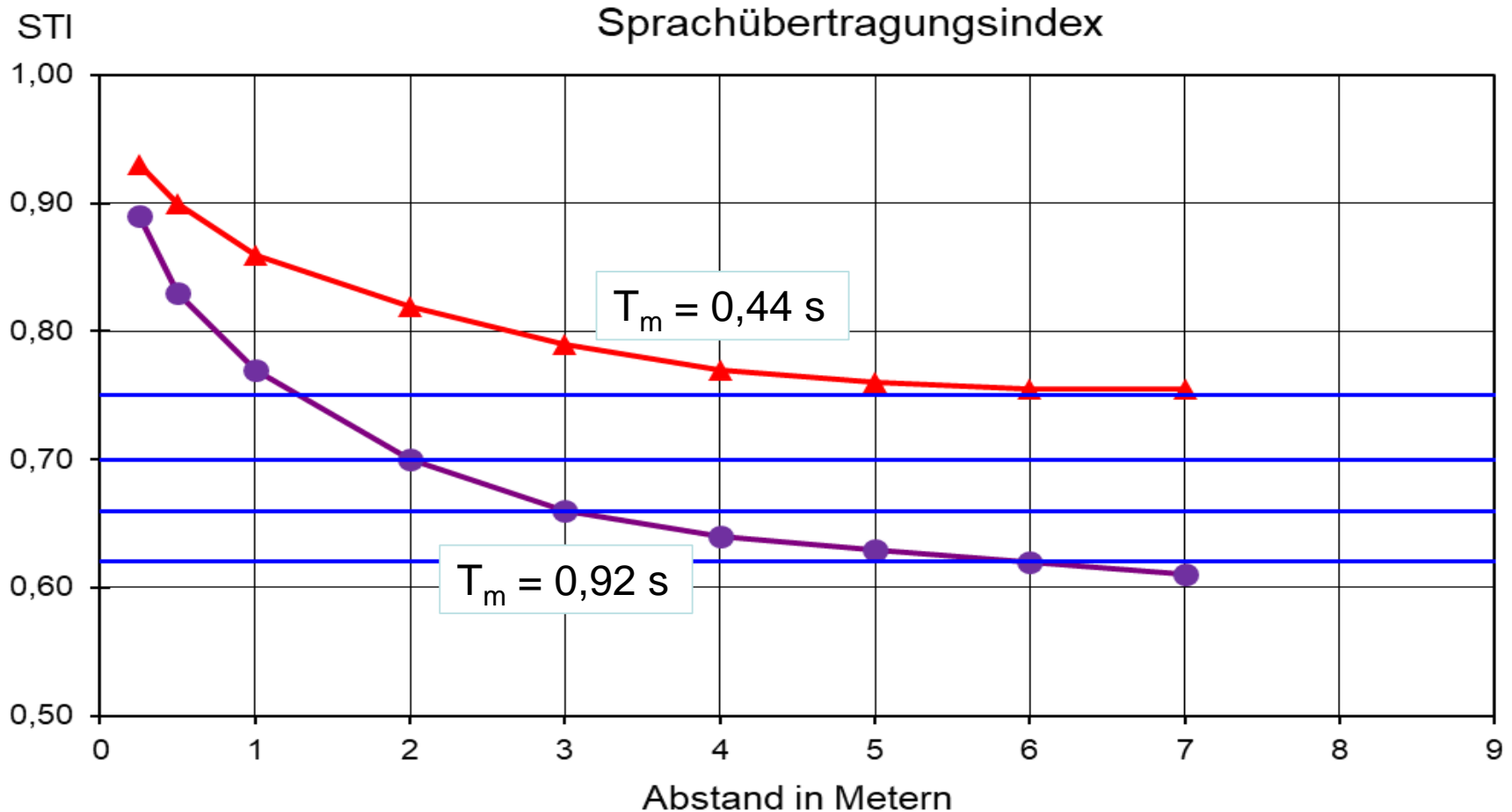
*Von Personen mit Hörschäden wird die raumakustische Situation für Sprachkommunikation **umso günstiger** empfunden, je **kürzer** die Nachhallzeit ist.*



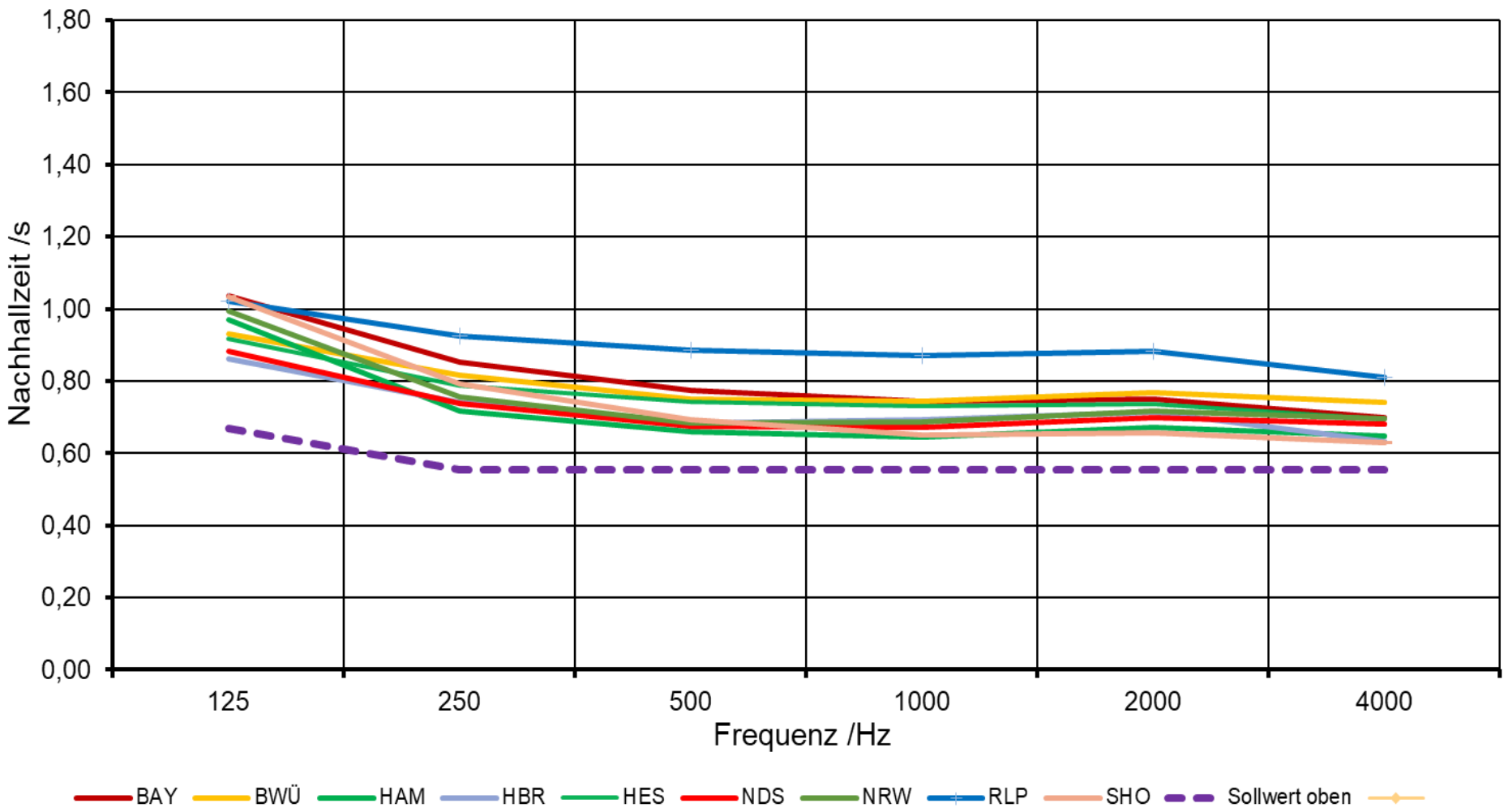


# Sprachverständlichkeit wird mit Abstand geringer

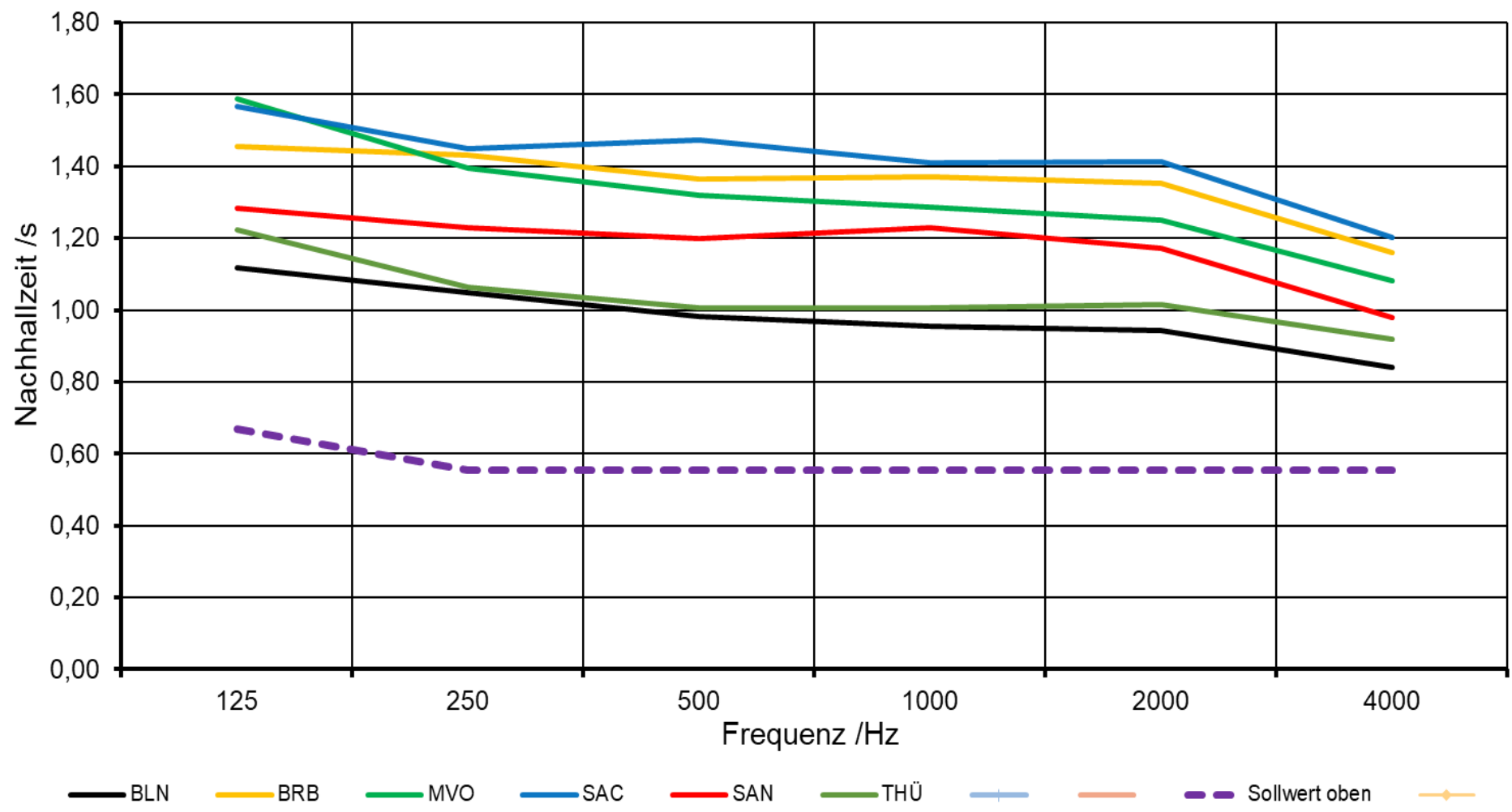
Der STI ist abhängig vom Verhältnis Direktschall / Diffusschall



# Spektrale Mittelwerte alte Bundesländer

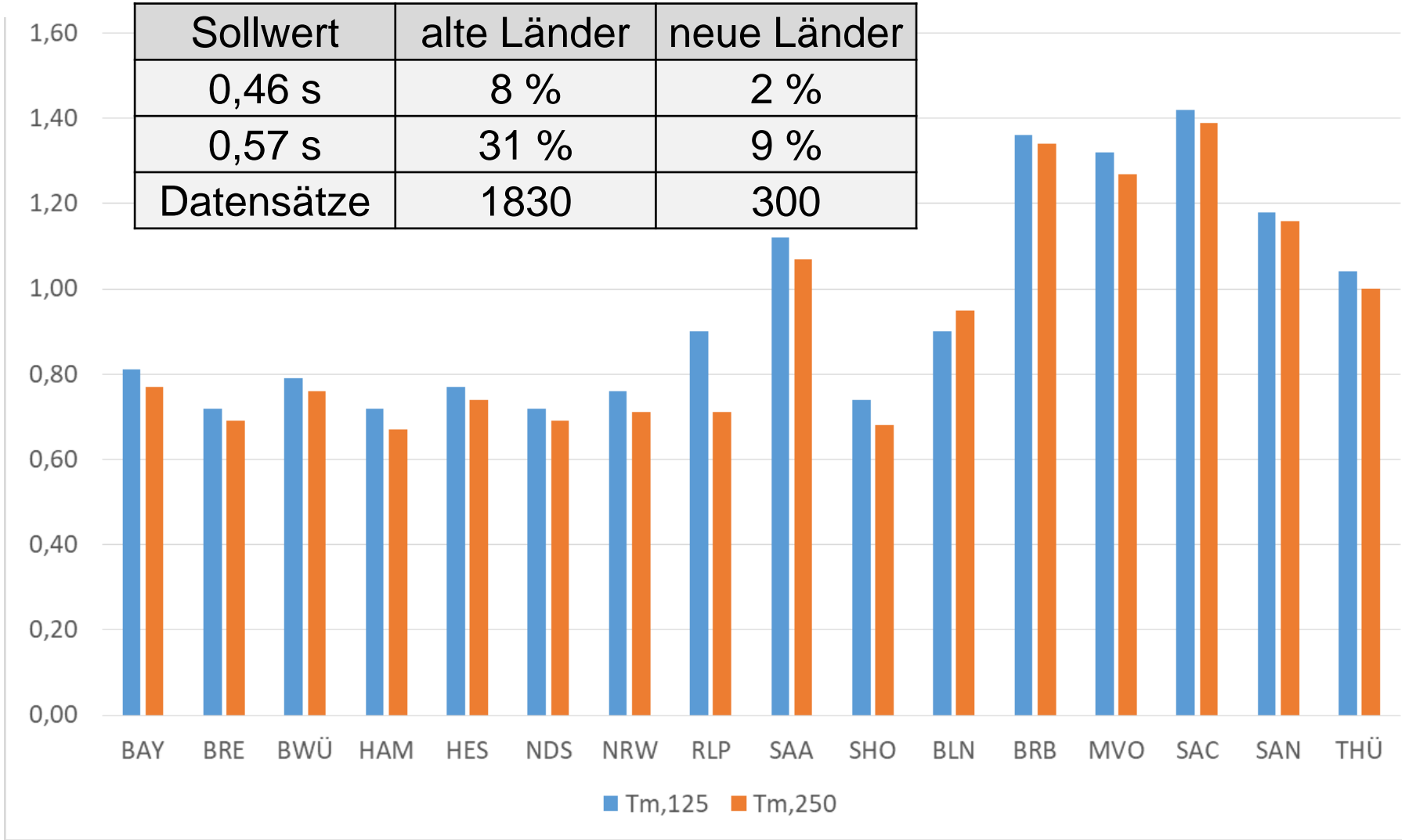


# Spektrale Mittelwerte neue Bundesländer

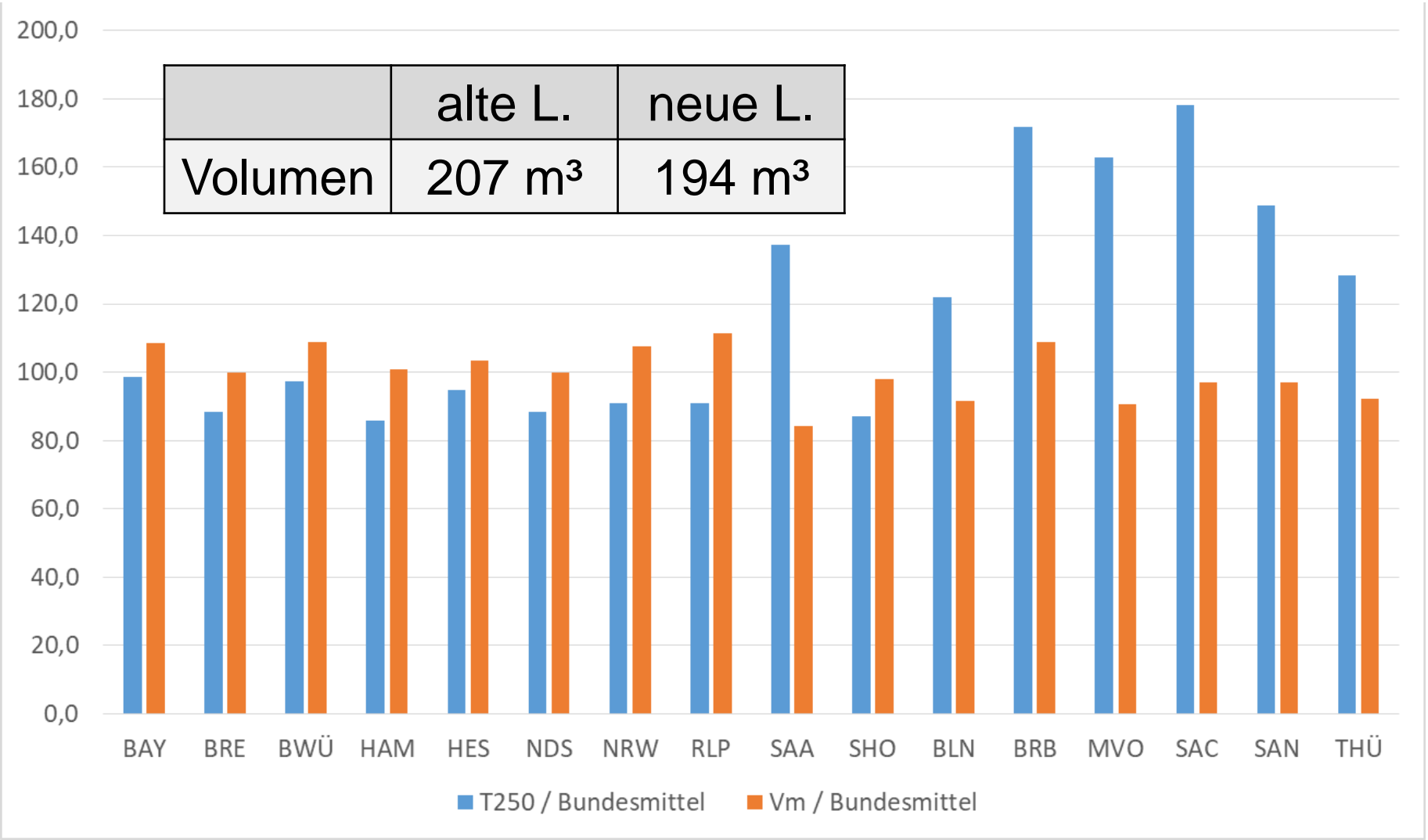


# Nachhallzeit-Mittelwerte in den Bundesländern

Sollwert	alte Länder	neue Länder
0,46 s	8 %	2 %
0,57 s	31 %	9 %
Datensätze	1830	300



# Verhältnis Nachhaltzeit / Raumvolumen



# Wie „schlimm“ sind die tiefen Frequenzen ???

Zum Sortieren wurden die Mittelwerte

$T_{125}$  (Mittelwert von 125 Hz bis 4000 Hz, 6 Oktaven) und

$T_{250}$  (Mittelwert von 250 Hz bis 4000 Hz, 5 Oktaven)

ins Verhältnis gesetzt.

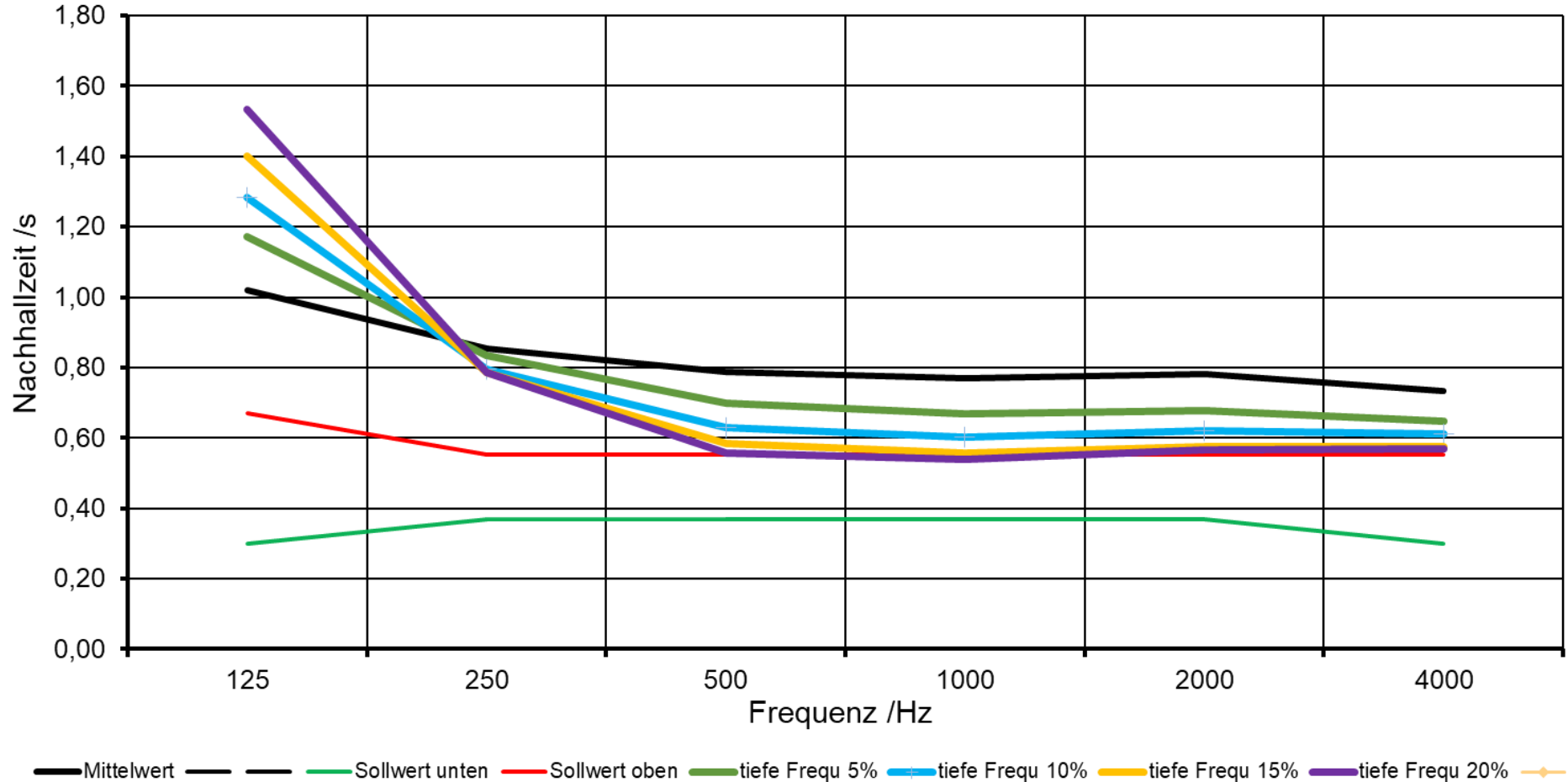
Anschließend wurde sortiert mit dem Ergebnis:

$T_{125}/T_{250}$	>1,20	>1,15	>1,10	>1,05
Datensätze	132	261	520	1054
/ 2120 Ds.	≈ 5 %	≈ 10 %	≈ 25 %	≈ 50 %

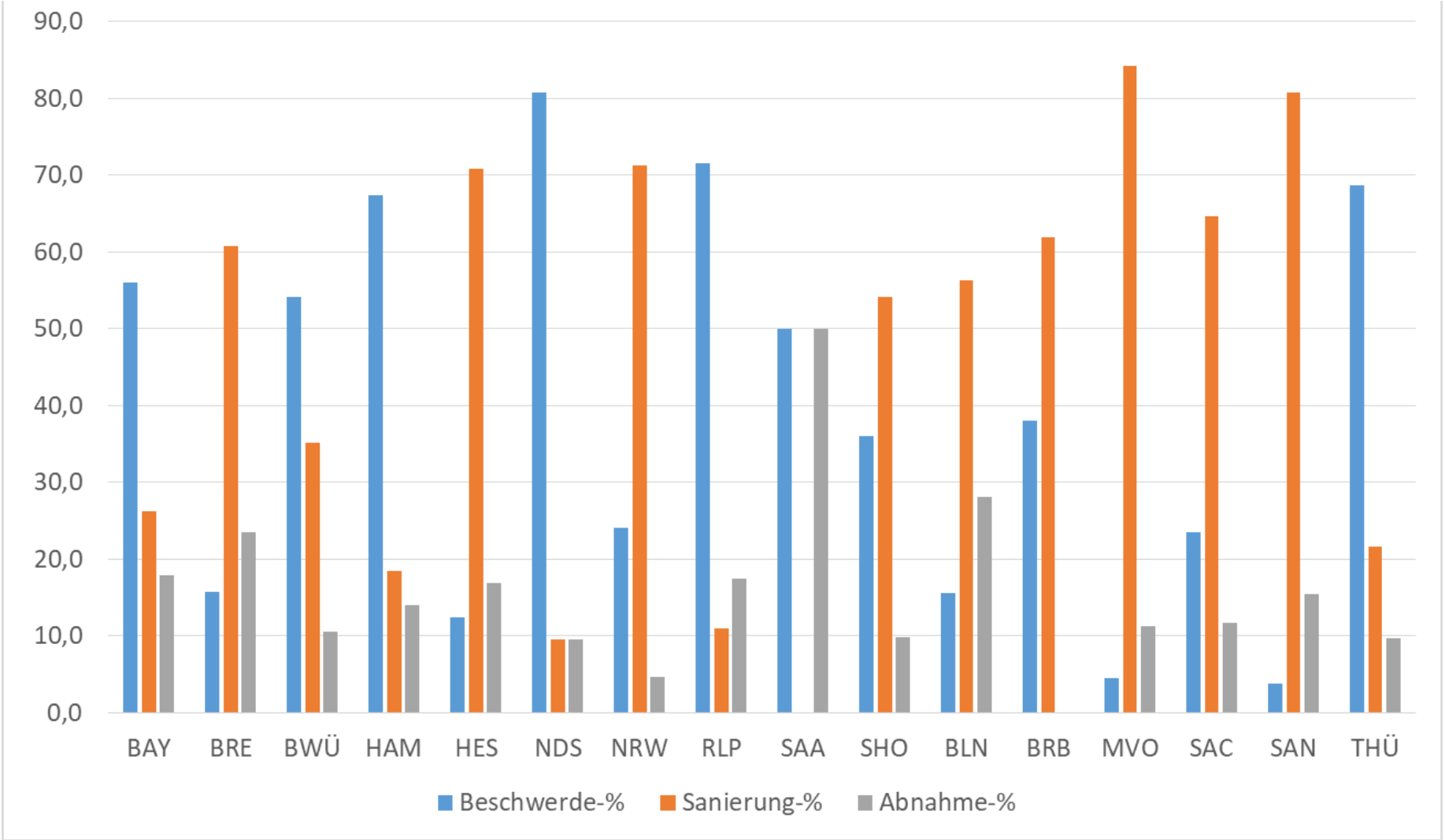
Sooo viele sind das also gar nicht.

Und das spektrale Ergebnis ist überraschend...

# Wie „schlimm“ sind die tiefen Frequenzen ???

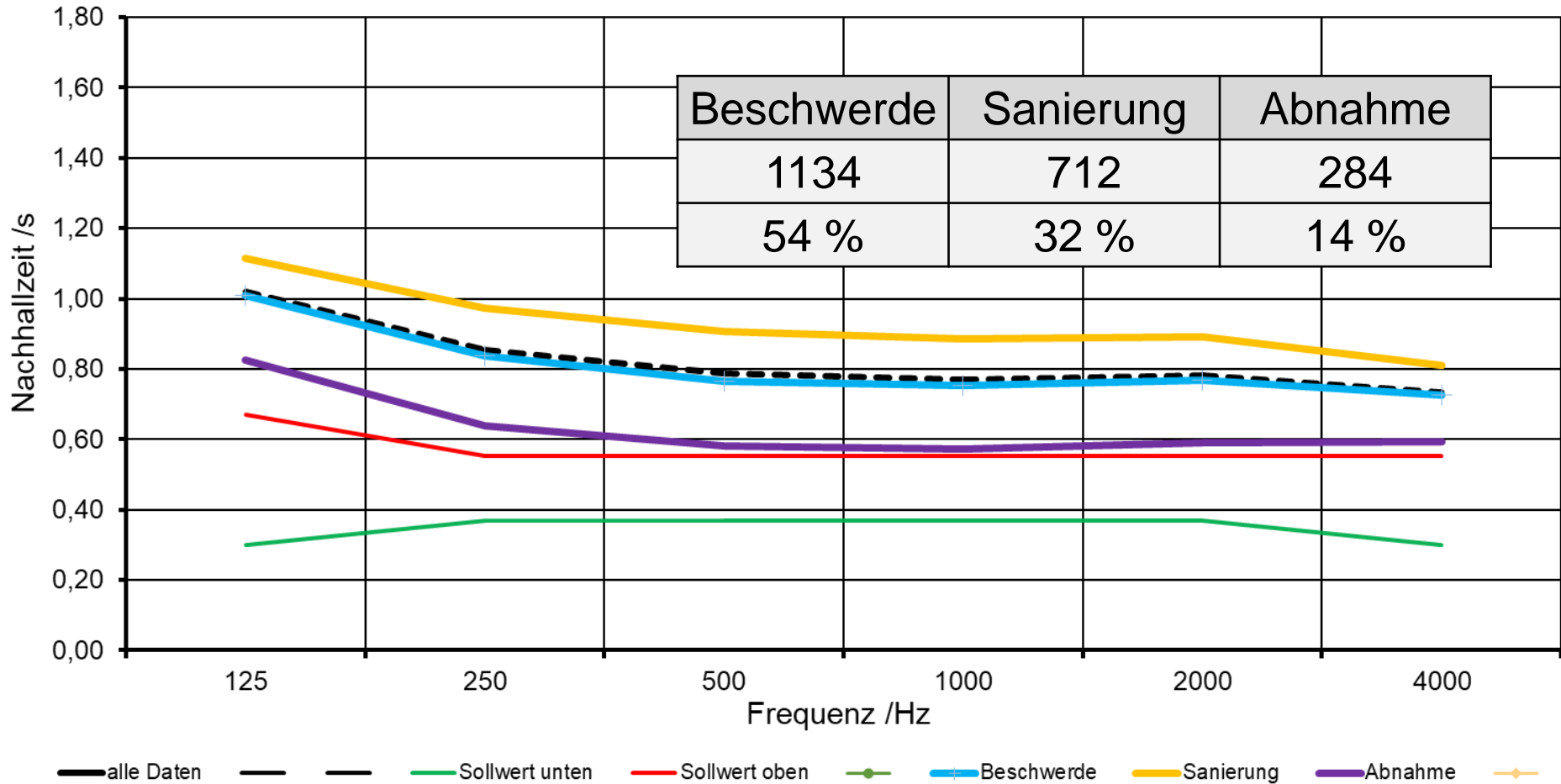


# Anteile Beschwerde-Sanierung-Abnahme / Proz.





# Spektrale Mittelwerte Beschw.-Sanier.-Abnahme



# Pädagogische Notwendigkeiten

## Gute (nachhallarme) Raumakustik

- gewährleistet die Sprachverständlichkeit
- mindert Lärm und Störgeräusche (Kneipen- / Lombardeffekt)
- verringert Stress (gut untersucht für die Pädagogen)
- verringert Blutdruck-Anstieg
- verringert Anstieg der Pulsfrequenz
- verbessert den Umgang miteinander
- vermeidet laute Reaktionen (z. B. bei Autismus)
- verringert Gefahr der Lärm-Schwerhörigkeit (z. B. in Sporthallen)
- verringert Gefahr des lärmverursachten Tinnitus
- verringert die Sprech-Anstrengung und Stimmerkrankungen
- verringert den Krankenstand bei Lehrern und Schülern
- spart deshalb Geld

# Politische Notwendigkeiten

**Wir müssen die Dinge sehen, wie sie sind.  
Aber wir dürfen sie nicht so lassen!**

Deshalb: Forderung an die KMK, endlich nur noch  
(auch raumakustisch) inklusive Schulgebäude bauen zu lassen.

Unterstützung ist anzustreben durch:

- DEGA-Vorstand, ALD-Vorstand
- Behindertenbeauftragte von Bund, Ländern, Kommunen
- Inklusionsbeauftragte von Bund, Ländern, Kommunen
- Universitäten und Hochschulen für Sonderpädagogik
- Pädagogen-Verbände sowie GEW und DGUV
- Betroffenen-Verbände: z. B. DSB, DCIG und Tinnitus-Liga
- Berufsverband der HNO-Ärzte, Krankenkassen
- Weitere ???

# Weitere Abbildungen und Erläuterungen

werden in der Textfassung des Tagungsbandes veröffentlicht.

Diese Textfassung erreichen Sie jetzt schon unter:

<https://www.carsten-ruhe.de/downloads/vortraege/>

Auch die Vorträge der  
DAGA2022 (Dezentrale Raumluft-Filteranlagen) und  
DAGA2019 (Schallabsorbierende Wandpaneele)  
sind dort – nach Datum sortiert – zu finden.