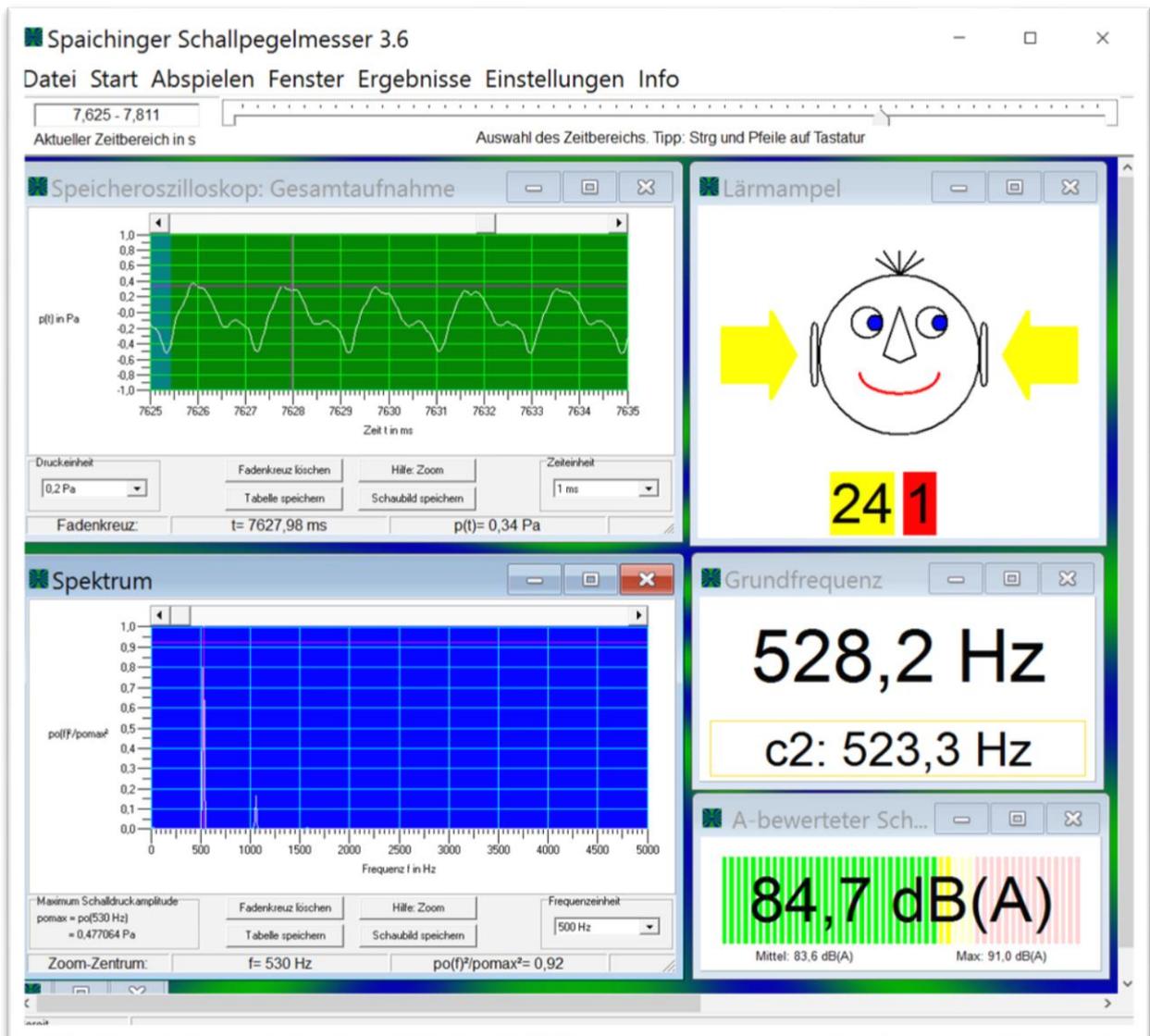


# Bedienungsanleitung Schallanalyator

## Spaichinger Schallpegelmesser 4.9 Pro und Pro II

Freeware



Dr. Markus Ziegler

<https://spaichinger-schallpegelmesser.de>

März 2025

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Überblick Pro- und Pro-II-Version .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Copyright .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Lizenzkosten für kommerzielle Nutzung.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Installation.....</b>	<b>6</b>
<b>5. Notwendige Voraussetzungen .....</b>	<b>8</b>
<b>6. Samplerate, Frequenzauflösung und Grundfrequenzbestimmung .....</b>	<b>9</b>
Samplerate Pro-Version .....	9
Grundfrequenz eines Klangs .....	9
<b>7. Mikrofone .....</b>	<b>9</b>
<b>8. Überblick Kalibrierung .....</b>	<b>10</b>
<b>9. Anschluss eines Mikrofons / Voreinstellungen am PC .....</b>	<b>10</b>
Einstellung des Mikrofoneingangs .....	10
Problembehandlung bei Einstellung des Mikrofoneingangs .....	11
<b>10. Durchführung von Messungen (Echtzeitmessungen) .....</b>	<b>11</b>
Fenster.....	11
Start.....	12
Vermeidung von Rückkopplungen bei der Aufnahme .....	12
Bestimmung der Grundfrequenz .....	12
<b>11. Auswertung der Messungen .....</b>	<b>13</b>
Ergebnisse dokumentieren .....	13
Speicheroszilloskop .....	13
Zoom Speicheroszilloskop .....	14
Verschieben Speicheroszilloskop .....	15
Spektrum .....	16
Zoom und Verschieben Spektrum.....	16
Abspielen (Playback) .....	16
Manuelle Auswertung.....	17
Datei .....	17
Farben und Linienstärke Oszilloskop und Spektrum.....	17
<b>12. Musikinstrumente öffnen und analysieren.....</b>	<b>17</b>
<b>13. Beispiele öffnen und analysieren .....</b>	<b>17</b>
<b>14. Optische Schallpegelwarnungen .....</b>	<b>18</b>
Balkendiagramm für den bewerteten Schallpegel.....	18
Lärmampel.....	18
<b>15. Einstellungen für Schallpegelmessungen .....</b>	<b>18</b>
Einstellungen speichern .....	18
Einstellungen laden .....	19
Frequenzgang des Mikrofons .....	19
Kalibrierung .....	20
Durchführung der Kalibrierung: .....	20
<b>16. Störungen durch das Netzgerät .....</b>	<b>24</b>
<b>17. Problembehandlung: Fehlermeldung bei Start .....</b>	<b>24</b>
<b>18. Softwarefehler .....</b>	<b>27</b>

# 1. Überblick Pro- und Pro-II-Version

Die Pro- und Pro-II-Version des Spaichinger Schallpegelmessers (seit Version 4.9) erlauben **sehr präzise** Schallanalyse- und Schallpegelmessungen, und sind damit **auch** für den **professionellen Einsatz bestens geeignet**.

Die Software erfüllt und übertrifft die Genauigkeits-Anforderungen der gültigen Norm **DIN EN 61672-1-2014** für **Klasse-1-Schallpegelmesser**.

Das Terzspektrum der Pro-II-Version erfüllt zudem die Genauigkeitsanforderungen der gültigen Norm **DIN EN 61260-1** für **Klasse-1-Terzfilter**.

Falls Sie einen PC (mit Betriebssystem Windows 10 oder Windows 11) und ein Klasse-1-Messmikrofon besitzen, dann erhalten Sie mit dieser Software einen hochwertigen Klasse-1-Schallpegelmesser. Die Kombination aus Spaichinger Schallpegelmesser Pro/Pro II und einem Messmikrofon ist **preislich** ebenfalls **sehr interessant**, da es Klasse-1-Messmikrofone bereits ab 114€ gibt, ein käufliches Klasse-1-Schallpegelmessgerät hingegen ca. 1500€ kostet. Genaueres über geeignete Mikrofone finden Sie im Kapitel „Mikrofone“.

Mithilfe der **Pro- und Pro-II-Version** der Software „**Spaichinger Schallpegelmesser**“ können Sie eine Vielzahl von Messgrößen erfassen:

- LAF und LAS: A-bewerteter Schalldruckpegel mit Zeitbewertung FAST und SLOW (dB(A))
- LCF und LCS: C-bewerteter Schalldruckpegel mit Zeitbewertung FAST und SLOW (dB(C))
- LZF und LZS: Schalldruckpegel mit Zeitbewertung FAST und SLOW (dB)
- LAFmax, LASmax, LCFmax, LCSmax, LZFmax, LZSmax: Maximalwerte
- LAeq\_0.125s, LAeq\_1s, LAeq\_5s: Energetische Kurzzeit-Mittelwerte des A-bewerteten Schalldruckpegels
- LCEq\_0.125s, LCEq\_1s: Energetische Kurzzeit-Mittelwerte des C-bewerteten Schalldruckpegels
- LZe\_0.125s, LZe\_1s: Energetische Kurzzeit-Mittelwerte des Schalldruckpegels
- LAeq: Energetischer Mittelwert des A-bewerteten Schalldruckpegels
- LCEq: Energetischer Mittelwert des C-bewerteten Schalldruckpegels
- LZe: Energetischer Mittelwert des Schalldruckpegels
- LCpeak, LCpeak\_5min, LCpeak\_30min: Peak des C-bewerteten Schalldruckpegels
- LAFT und LAFTeq: Taktmaximalpegel und Taktmaximalmittelungspegel
- Effektiver Schalldruck (in Pa)
- Grundfrequenz eines Klangs (in Hz) einschließlich der in der Nähe liegenden Musiknote
- Frequenzspektrum (FFT)
- Verlauf des Schalldrucks in Abhängigkeit von der Zeit (Speicheroszilloskop)

Mit der **Pro-II-Version** des „**Spaichinger Schallpegelmessers**“ können Sie **zusätzlich das Terzspektrum** (Klasse-1-Terzspektrum nach DIN EN 61260-1) messen:

- LZF (Terz)
- Leq\_0.125s (Terz)
- Leq\_1s (Terz)
- Leq (Terz)
- Terzmittenfrequenzen im Bereich von 16 bis 20000 Hz

Die **Pro-** und die **Pro-II-Version** besitzen zudem einen **Schallgenerator**:

- Tongenerator mit dem bis zu 2 Töne gleichzeitig abgespielt werden können
- Tonfolgegenerator: Es können bis zu 600 Töne mit Zeitdauern in eine Tabelle eingetragen werden, die dann nacheinander abgespielt werden
- Rauschgenerator: für qualitativ hochwertiges weißes und rosa Rauschen
- Pulsgenerator: Es können kurze Pulse (Knackgeräusche) erzeugt werden, die für Schallgeschwindigkeitsmessungen hilfreich sind.

Die Pro- und die Standard-Version brauchen nicht installiert zu werden, d. h., sie können von jedem USB-Stick aus betrieben werden (portable Software).

**Alle Messungen werden in Echtzeit durchgeführt und ausgegeben.**

**Die einzelnen Messwerte werden automatisch in einer CSV-Tabelle gesammelt und abgespeichert.** Dadurch können Sie auch Langzeitmessungen an Straßen und Arbeitsplätzen durchführen und diese später auswerten.

Der Schalldruck (in Abhängigkeit von der Zeit) und das Spektrum können Sie ebenfalls in Form von Tabellen (CSV-Dateien) speichern, um sie anschließend in Excel oder ähnlichen Programmen zu bearbeiten. Dies ist zum Beispiel nützlich, um das Spektrum von verschiedenen Musikinstrumenten oder Stimmen miteinander zu vergleichen. Zum Analysieren oder Stimmen von Musikinstrumenten ist zusätzlich die von der Software mit großer Genauigkeit bestimmte Grundfrequenz eines Klanges hilfreich.

Die Schaubilder (Schalldruck und Spektrum) können Sie als Bild-Dateien (JPEG oder BITMAP) abspeichern. Die Farben von Hintergrund, Gitter und Kurve können Sie vorher beliebig ändern. Dies ist für die Anfertigung von Präsentationen, Protokollen und Klassenarbeiten hilfreich.

Mit dieser Software können Sie auch Wave-Dateien aufnehmen und abspielen. **Bei der Aufnahme und beim Abspielen werden alle Messwerte und Schaubilder in Echtzeit ausgegeben.** So können Sie früher gemachte Aufnahmen auch später detailliert analysieren. Zusätzlich kann mithilfe eines Schiebereglers die aufgenommene Wave-Datei manuell analysiert werden, d. h., mit dem Schieberegler können Sie den aktuell angezeigten Zeitbereich beliebig wählen, die dazugehörigen Messwerte und Schaubilder werden dann automatisch angezeigt.

Darüber hinaus können Sie mit dieser Software MP3-Dateien öffnen und analysieren. Die Software kann auch als optische "Lärmampel" verwendet werden. Der rote und der gelbe Bereich können vom Anwender beliebig eingestellt werden.

## 2. Copyright

Diese Software ist vom Entwickler und Programmierer:

Dr. Markus Ziegler  
Holunderweg 1  
78549 Spaichingen  
<https://spaichinger-schallpegelmesser.de>

E-Mail: [ziegler@spaichinger-schallpegelmesser.de](mailto:ziegler@spaichinger-schallpegelmesser.de)

für den Einsatz an Schulen und Hochschulen und für den privaten Gebrauch freigegeben (Freeware).

Für die kommerzielle Nutzung können Sie bei Herrn Ziegler eine Lizenz erwerben.

Den Preis finden Sie im Kapitel „Lizenzkosten für kommerzielle Nutzung“

Die aktuelle Version dieser Software finden Sie unter:

<https://spaichinger-schallpegelmesser.de>

Der wunderbare Obertongesang wurde von Herrn Wolfgang Saus ([www.oberton.org](http://www.oberton.org)) kostenlos zur Verfügung gestellt. Vielen Dank an Herrn Saus.

## 3. Lizenzkosten für kommerzielle Nutzung

Die Software Spaichinger Schallpegelmesser Pro und Pro II ist für den Einsatz an Schulen und Hochschulen und für den privaten Gebrauch kostenlos.

Alle anderen Nutzer können Nutzungslizenzen für folgende Preise erwerben:

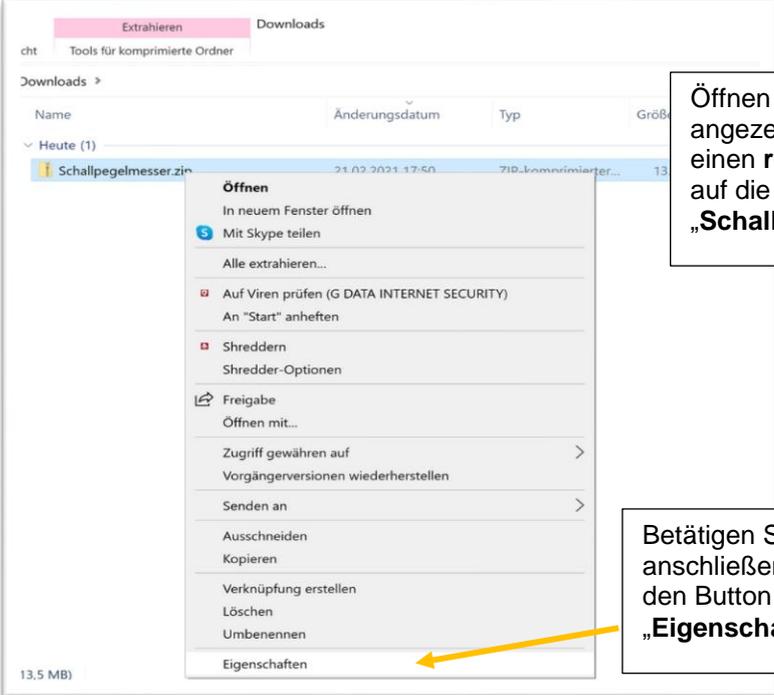
- **Pro-Version: 60 €** für eine zeitlich unbegrenzte 1-PC-Nutzungs-Lizenz
- **Pro-II-Version: 80 €** für eine zeitlich unbegrenzte 1-PC-Nutzungs-Lizenz

Bestellung über E-Mail: [ziegler@spaichinger-schallpegelmesser.de](mailto:ziegler@spaichinger-schallpegelmesser.de)

## 4. Installation

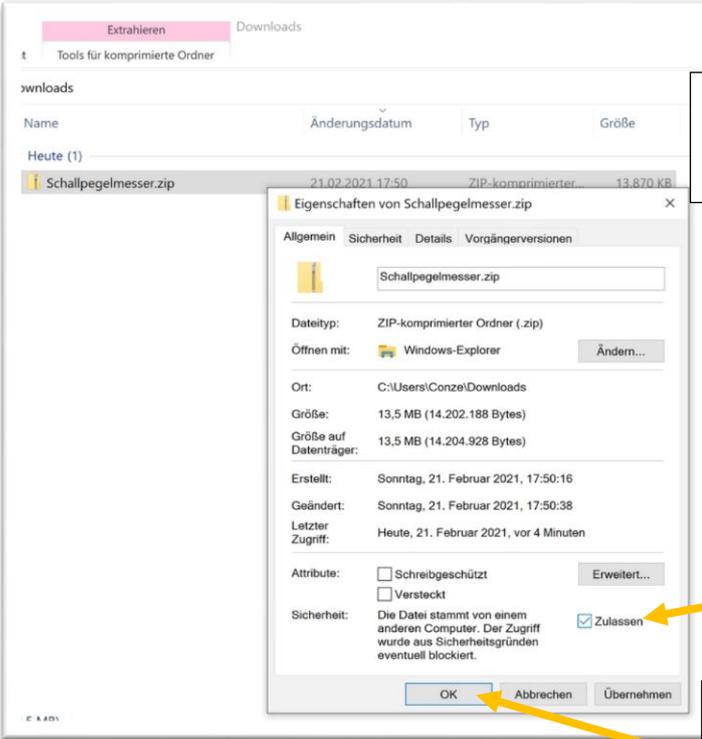
Beim Download aus dem Internet markieren Windows 10 und 11 Dateien, um auf mögliche Sicherheitsprobleme beim Anklicken, dieser für Microsoft unbekanntes Dateien, hinzuweisen, oder deren Start sogar ganz zu verhindern. Um dieses Problem zu lösen, sollten Sie wie folgt vorgehen:

a) **Entfernen** Sie nach dem Download der Datei „Schallpegelmesser.zip“ die von



Öffnen Sie das hier angezeigte Menü durch einen **rechten** Mausklick auf die Datei „Schallpegelmesser.zip“

Betätigen Sie anschließend den Button „Eigenschaften“



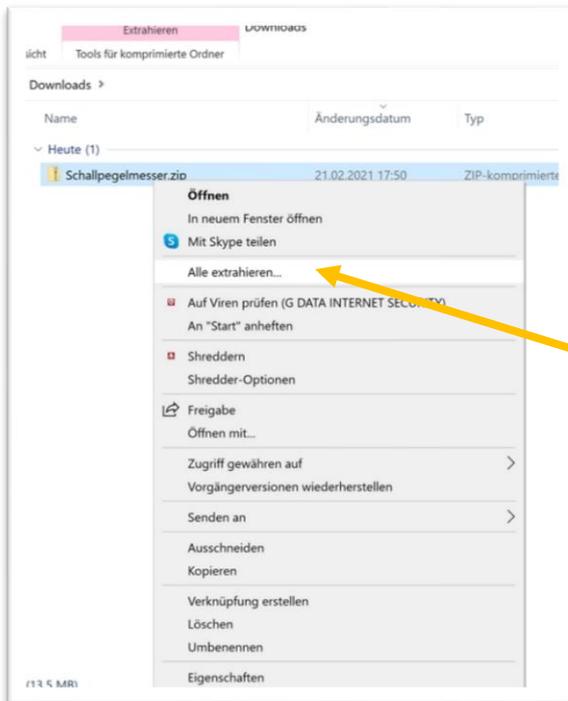
Es erscheint das Fenster „Eigenschaften“

Markieren Sie hier das Kästchen „Zulassen“

Bestätigen Sie schließlich Ihre Wahl mit „OK“

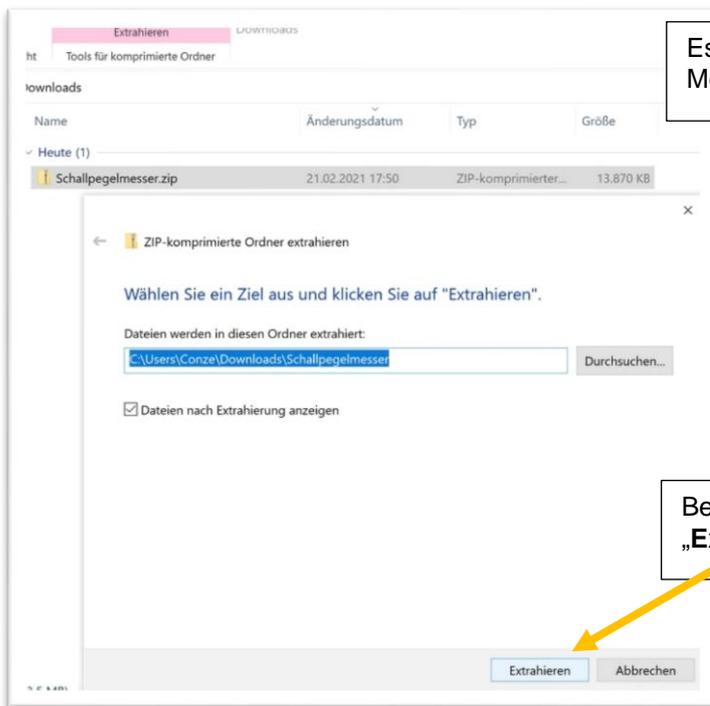
Windows angehängte **Internet-Markierung**:

- b) **Nach dem Entfernen der Internet-Markierung** (siehe a)) **entpacken** Sie bitte die Datei „Schallpegelmesser.zip“. **Achtung: Die Software ist nicht funktionsfähig, wenn Sie die Datei „Schallpegelmesser.zip“ nur öffnen und nicht entpacken!** Hier nun die



Öffnen Sie das hier angezeigte Menü durch einen **rechten** Mausklick auf die Datei „Schallpegelmesser.zip“

Betätigen Sie anschließend „Alle extrahieren“



Es erscheint das Menü zum Entpacken

Wählen Sie einen Ordner, in dem die Dateien des Schallpegelmessers auf ihrem PC gespeichert werden sollen

Betätigen Sie „Extrahieren“

Anleitung zum Entpacken:

- c) Nach dem Entfernen der Internet-Markierung (siehe a)) und dem Entpacken (siehe b)), steht Ihnen nun die vollständig funktionsfähige Software „Schallpegelmesser.exe“ zur Verfügung:

Name	Änderungsdatum	Typ	Größe
Beispiele	23.03.2025 08:07	Dateiordner	
Musikinstrumente	23.03.2025 07:50	Dateiordner	
MZRessourcen	23.03.2025 07:54	Dateiordner	
bass.dll	14.04.2023 09:17	Anwendungserwe...	136 KB
bassenc.dll	16.04.2023 09:48	Anwendungserwe...	32 KB
bassmix.dll	16.04.2023 09:48	Anwendungserwe...	32 KB
<b>Schallpegelmesser_Pro_II.exe</b>	23.03.2025 07:45	Anwendung	12.328 KB
Start_Schallpegelmesser_langsam.bat	23.03.2025 07:51	Windows-Batchda...	1 KB
Start_Schallpegelmesser_schnell.bat	23.03.2025 07:51	Windows-Batchda...	1 KB

Achten Sie bitte darauf, dass Sie die entpackte Dateien- und Ordnerstruktur nicht ändern, da die Software Spaichinger Schallpegelmesser ohne die DLL-Dateien und die mitgelieferten Ordner nicht richtig funktioniert.

Mit einem Klick auf die Schallpegelmesser-EXE-Datei startet die Software.

Alternativ können Sie auf „Start\_Schallpegelmesser\_schnell.bat“ oder Start\_Schallpegelmesser\_langsam.bat klicken, dann startet die Software Schallpegelmesser gleich im Aufnahmemodus.

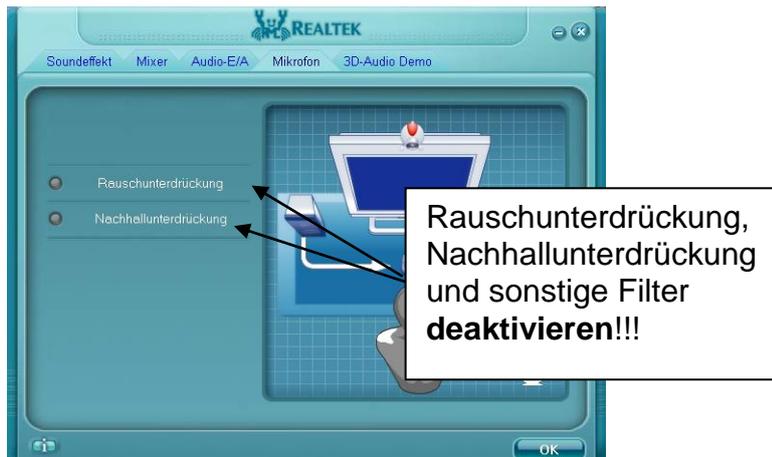
Die Software kann auch ausgehend von einem USB-Stick oder einer CD ausgeführt werden. Beim ersten Aufruf des Programms Schallpegelmesser erzeugt die Software den Ordner „Dat\_Schall\_Pro“ bzw. „Dat\_Schall\_ProII“ im Verzeichnis „Öffentliche Dokumente“. Dort werden von der Software alle benötigten Einstellungsdateien abgespeichert. Dies ermöglicht auch die Netzwerkfähigkeit des Spaichinger Schallpegelmessers. Die Windows-Registry wird von der Software **nicht geändert**. Wenn Sie die Software wieder vollständig von Ihrem Computer entfernen möchten, dann genügt es daher folgende Ordner zu löschen:

- den Ordner, der die Datei „Schallpegelmesser“ enthält
- den Ordner „Dat\_Schall\_Pro“ bzw. „Dat\_Schall\_ProII“ im Verzeichnis „Öffentliche Dokumente“

## 5. Notwendige Voraussetzungen

Bei einigen Soundkarten können unterschiedliche Filter, wie z. B. Rauschunterdrückung und Nachhallunterdrückung aktiviert werden.

**Alle Filter müssen deaktiviert werden, da sonst die Software Schallpegelmesser nicht richtig funktioniert!** Diese Einstellungen finden Sie z. B., indem Sie in der Taskleiste mit der rechten Maustaste auf das Lautsprechersymbol klicken und dort Aufnahmegeräte auswählen. Beispiel:



## 6. Samplerate, Frequenzauflösung und Grundfrequenzbestimmung

### Samplerate Pro-Version

Da die Pro-Version für normgerechte Messungen optimiert ist, arbeitet diese Version ausschließlich mit 65536 Messwerte pro Sekunde, Zeitintervall für Messung schnell: 125 ms, Zeitintervall für Messung langsam: 1000 ms.

Für die Berechnung der Schallgrößen und des Terzspektrums werden hochwertige digitale Filter verwendet.

### Grundfrequenz eines Klangs

Das Frequenzspektrum wird über schnelle Fourier-Transformationen (FFT) mit Fensterung (Hamming-Fenster) und Mittelwertbildung berechnet. Die Grundfrequenz eines Klangs wird bei einem Signal-Rauschabstand von mindestens 30 dB von der Software i. A. mit einer Genauigkeit von 0,2 Hz bestimmt, wenn sich die Grundfrequenz im Bereich oberhalb von 60 Hz befindet und der Klang lange genug dauert (mindestens 0,3 s bei der „Messung schnell“). Viele Soundkarten arbeiten nicht gänzlich „sauber“, d. h., dem eigentlichen Signal wird eine Gleichspannung überlagert. Um diese Fehlerquelle zu eliminieren, wird dieser Gleichspannungsanteil durch die Software aus dem Eingangssignal herausgefiltert.

## 7. Mikrofone

Prinzipiell arbeitet die Software Spaichinger Schallpegelmessung mit jedem Computer-Mikrofon. Um genaue Messwerte zu erhalten, sollte allerdings ein **Messmikrofon** verwendet werden.

**Empfehlung:** Ich empfehle das Messmikrofon UMIK-1 von miniDSP (ca. 114 €), da hier eine individuelle Kalibrierungs- und Frequenzgangtabelle von der Herstellerhomepage per Download bezogen werden kann. Diese Datei kann durch die Software Spaichinger Schallpegelmessung eingelesen werden (siehe Kapitel [Frequenzgang](#)). In diesem Fall ist keine weitere Kalibrierung notwendig.

Der minimal messbare Schallpegelwert wird durch das Rauschen der Soundkarte und des Mikrofons begrenzt. Der maximal messbare Schallpegelwert wird ebenfalls durch das Mikrofon und die Soundkarte begrenzt (Übersteuerung).

**Mit dem UMIK-1 können Schallpegelwerte im Bereich 50 dB bis 120 dB und 35 dB(A) bis 120 dB(A) gemessen werden.**

## 8. Überblick Kalibrierung

Falls Sie nur an Frequenzen oder dem zeitlichen Verlauf des nicht kalibrierten Schalldrucks interessiert sind, können Sie das Programm ohne Kalibrierung sofort verwenden, da die Zeit- und Frequenzachse vom Computer sehr genau vorgegeben werden. Sind Sie an exakten Schallpegelwerten oder an genauen Schallpegelmessungen interessiert, dann sollten Sie ein Mikrofon mit möglichst konstantem oder bekanntem Frequenzgang verwenden (siehe Kapitel: Mikrofone und [Frequenzgang des Mikrofons](#)).

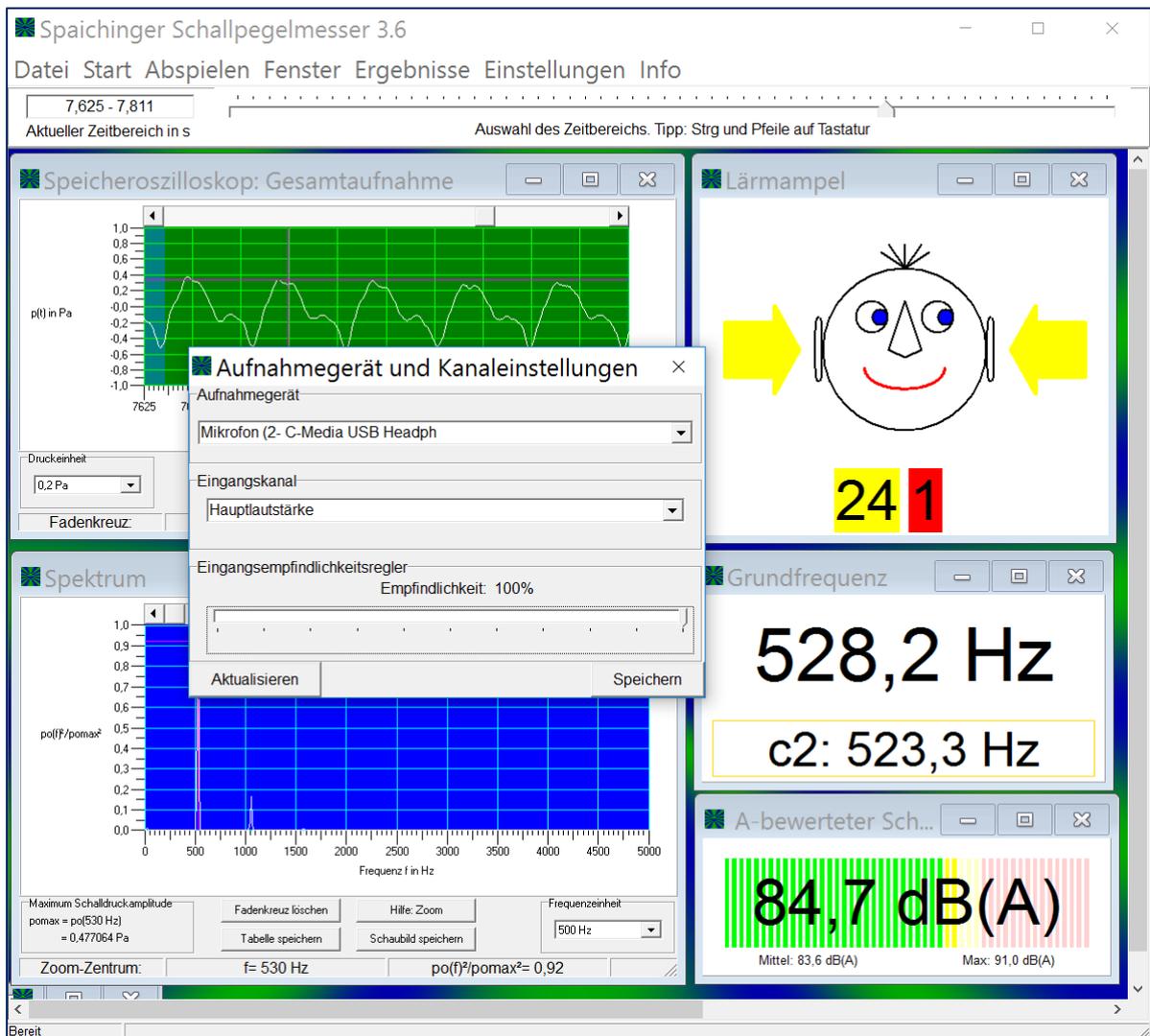
Bevor Schallpegelmessungen durchgeführt werden können, muss zunächst der Frequenzgang des Mikrofons in die Software geladen werden. Anschließend muss im Regelfall eine Kalibrierung durchgeführt werden. Falls Sie das Mikrofon UMIK-1 von miniDSP verwenden, ist eine Kalibrierung nicht unbedingt notwendig.

Die genaue Beschreibung finden Sie im Kapitel: [Kalibrierung](#).

## 9. Anschluss eines Mikrofons / Voreinstellungen am PC

### Einstellung des Mikrofoneingangs

Nach Starten des Programms Schallpegelmesser können Sie im Menü „Einstellungen“ → „Aufnahmegerät und Kanaleinstellungen“ das gewünschte Aufnahmegerät und den gewünschten Aufnahmekanal auswählen:



Um auch Messungen bei kleinen Schallpegeln durchführen zu können, ist es i. A. sinnvoll den Empfindlichkeitsregler auf maximale Empfindlichkeit zu stellen (Ausnahmen: siehe [Kalibrierung](#)).

Diese Einstellungen brauchen Sie nur einmal durchzuführen, da die Software Schallpegelmesser.exe diese Daten bei Durchführung der [Kalibrierung](#) in einer Einstellungsdatei abspeichert und bei Neustart des Programms diese Einstellungen automatisch wieder herstellt.

### Problembehandlung bei Einstellung des Mikrofoneingangs

Siehe Kapitel: [Notwendige Voraussetzungen](#)

und Kapitel: [Problembehandlung: Fehlermeldung bei Start](#)

## 10. Durchführung von Messungen (Echtzeitmessungen)

Im Folgenden werden die für Messungen notwendigen Menüpunkte des „Spaichinger Schallpegelmessers“ erklärt.

### Fenster

Jede Schallgröße wird in einem eigenen Fenster dargestellt.

Wählen Sie im Menü „Fenster“ → „Fensterauswahl“ die Fenster aus, die Sie bei der anschließenden Messung betrachten wollen. Bestätigen Sie Ihre Wahl durch Betätigen von „Übernehmen“. Um einen Überblick über die Fenster zu erhalten, können Sie anschließend „Fenster“ → „Fensteranordnung“ → „Überlappend“ betätigen. Sie können die Fenster beliebig verschieben und ihre Größe frei wählen. Beim Beenden der Software werden die Größen und die Orte der Fenster gespeichert. Beim erneuten Start des Programms werden die Fenster dann wieder in dieser Anordnung dargestellt.

## Start

Nach Betätigen der Start-Taste öffnet sich ein Menü mit folgenden Einträgen:

- |  |               |
|--|---------------|
| 1. Messung (schnell 0,125 s)                             | <b>Strg 1</b> |
| 2. Messung (langsam 1 s)                                 | <b>Strg 2</b> |
| 3. Erweiterte Messung schnell (max. 60s, Wave-Aufnahme). | <b>Strg 3</b> |

Klicken Sie auf eine der drei Optionen, dann beginnt die Schallmessung in Echtzeit. Alternativ können Sie die oben rechts angegebenen Tastenkombinationen (Shortcuts) verwenden.

Nutzen Sie Möglichkeit 1, dann unterteilt die Software das Signal in 0,125-Sekunden-Abschnitte, berechnet aus jedem Signalabschnitt die Schallgrößen und gibt sie aus.

Verwenden Sie Möglichkeit 2, dann unterteilt die Software das Signal in 1-Sekunden-Abschnitte, berechnet jeweils die Schallgrößen und gibt diese aus.

Die Messung wird durch einen Klick auf „Stopp“ oder durch Betätigen der **Esc-Taste** beendet. Um schnellveränderliche Schallpegel zu messen oder einen Echtzeiteindruck zu erhalten, ist Option 1 besser geeignet als Option 2. Für Langzeitmessungen sollten Sie Möglichkeit 2 verwenden. Option 3 unterscheidet sich von Möglichkeit 1 nur dadurch, dass nach Beenden der Aufnahme die gesamte Schall-Datei (Wave-Datei) zur Verfügung steht.

Folglich können Sie durch Betätigen von „Abspielen“ (siehe Kapitel: [Abspielen \(Playback\)](#)) die gesamte Messung nochmals betrachten oder diese mithilfe des Speicheroszilloskops (Gesamtdarstellung) analysieren. Zusätzlich kann nun mithilfe des unter der Menüleiste angebrachten Schiebereglers die aufgenommene Wave-Datei manuell analysiert werden, d. h., mit dem Schieberegler können Sie den aktuell angezeigten Zeitbereich beliebig wählen, die dazugehörigen Messwerte und Schaubilder werden dann automatisch angezeigt. Dieser Schieberegler wird erst sichtbar, nachdem eine Wave-Datei aufgenommen wurde (siehe Kapitel: [Manuelle Auswertung](#)).

Darüber hinaus können Sie die Wave-Datei abspeichern (siehe Kapitel: [Datei](#)).

## Vermeidung von Rückkopplungen bei der Aufnahme

Rückkopplungen, die durch sofortige Wiedergabe der Mikrofonaufnahme entstehen, können durch Einstellungen in der Windows-Systemsteuerung vermieden werden.

## Bestimmung der Grundfrequenz

Die Grundfrequenz eines Klangs (Musikinstrument oder Stimme) wird seit Version 3.0 zusätzlich zu den anderen Messwerten in Echtzeit bestimmt und in einem eigenen Fenster ausgegeben. Seit Version 3.2 wird zusätzlich zur Grundfrequenz die Musiknote mit Frequenz angegeben, die in der Nähe der gemessenen Grundfrequenz liegt.

Die Grundfrequenz eines Klangs wird bei einem Signal-Rauschabstand von mindestens 30 dB von der Software i. A. mit einer Genauigkeit von 0,2 Hz bestimmt, wenn sich die Grundfrequenz oberhalb von 60 Hz befindet.

Die Grundfrequenz wird in folgenden Fällen von der Software i. A. **nicht richtig erkannt**:

- die Grundfrequenz ist kleiner als 60 Hz
- der Signal-Rauschabstand ist kleiner als 30 dB
- der Klang erklingt nur sehr kurz (unter 0,3 Sekunden) mit dem Signal-Rauschabstand von mindestens 30 dB

In diesen Fällen wird von der Software i. A. die Frequenz des 1., 2. oder 3. Obertones ausgegeben, d. h., die ausgegebene Frequenz ist i. A. das Doppelte, Dreifache bzw. Vierfache der tatsächlichen Grundfrequenz.

### **Wie soll man vorgehen, damit mit großer Wahrscheinlichkeit die richtige Grundfrequenz angezeigt wird?**

Falls die tatsächliche Grundfrequenz über 60 Hz liegt, was meist erfüllt ist, muss man nur darauf achten, dass der Signal-Rauschabstand über einen möglichst großen Zeitraum größer als 30 dB ist.

Dies erreicht man, indem man folgende zwei Punkte beachtet:

- die Grundfrequenzbestimmung sollte in einem ruhigen Raum durchgeführt werden
- das Mikrofon sollte sich nahe am Musikinstrument befinden
- z.B. sollte die Gitarrensaite kräftig angezupft werden

## **11. Auswertung der Messungen**

Nach Beenden einer Messung durch den Stopp-Button oder alternativ durch die **Esc**-Taste stehen Ihnen die im Folgenden beschriebenen Tabellen, Schaubilder und Funktionen zur Verfügung.

### **Ergebnisse dokumentieren**

Die Messergebnisse (Schallpegelwerte) werden automatisch in CSV-Dateien gesammelt. Im Menü „Einstellungen“ → „Optionen“ → „Ergebnisse“ können Sie die von Ihnen gewünschte Möglichkeit einstellen:

- a) Nach Betätigen der Start-Taste werden die aktuellen Messwerte ausgegeben und zusätzlich im Ordner **C:\Users\Public\Documents\Dat\_Schall\_Pro\Messwerte** bzw. **C:\Users\Public\Documents\Dat\_Schall\_ProII\Messwerte** in einer CSV-Datei, deren Dateinamen das Datum und die Startzeit enthält, fortlaufend gesammelt. **Nach jeweils 1 Million Zeilen wird eine zusätzliche CSV-Datei erzeugt. Sie können somit zeitlich unbegrenzte Aufnahmen durchführen und dokumentieren. Alle Dateien können auch während der Aufnahme mit Excel oder vergleichbarer Software (schreibgeschützt) gelesen werden.**
- b) Falls Sie keine Ergebnistabelle wünschen, können Sie dies ebenfalls unter „Einstellungen“ → „Optionen“ → „Ergebnisse“ einstellen.

### **Speicheroszilloskop**

Im Fenster „Speicheroszilloskop“ ist der momentane Schalldruck in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt. Auf diesem Fenster können Sie folgende Einstellungen durchführen:

- a) Zoom: Siehe [Zoom Speicheroszilloskop](#)

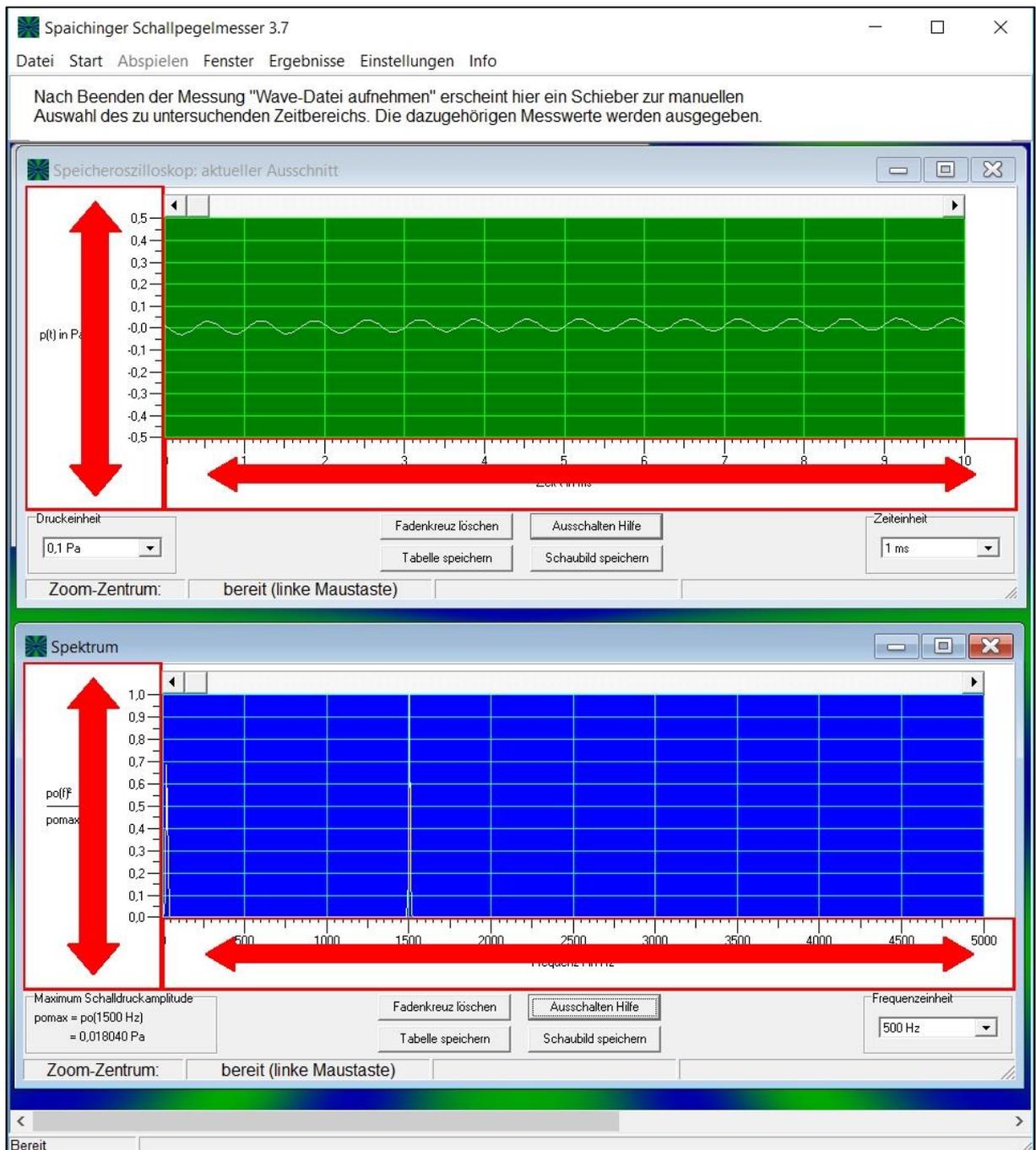
- b) Verschieben des Schaubildes: [Verschieben Speicheroszilloskop](#)
- c) Zur genauen Ablesung von Zeit und Druck können Sie auf den gewünschten Punkt im Schaubild klicken. Es erscheinen dann die gesuchten Werte am unteren Rand des Fensters und ein Fadenkreuz im Schaubild. Durch Anklicken von „Fadenkreuz löschen“ kann das Fadenkreuz wieder gelöscht werden. **Darüber hinaus dient im Speicheroszilloskop die senkrechte Linie des Fadenkreuzes als Zoomzentrum bei Veränderung der Zeiteinheit.**
- d) Bei der manuellen Analyse einer Wave-Datei (siehe [Manuelle Auswertung](#)) kann auf die gesamte Aufnahme (Wave-Datei) zugegriffen werden. Grün markiert erscheint der aktuelle Teil der Wave-Datei (Länge: ca. 0,125 s), d. h. derjenige Teil, der zu den momentan ausgegebenen Schallpegelwerten und dem momentanen Spektrum gehört. **Klickt man mit der linken Maustaste auf einen beliebigen Punkt der Gesamtdarstellung, dann wird der zu diesem Punkt gehörende Bereich (ca. 0,125 Sekunden) zum aktuellen Bereich, d. h., dieser Bereich wird grün eingefärbt und das Spektrum, die Grundfrequenz und die Schallpegelwerte dieses Bereichs werden berechnet und ausgegeben.**
- e) Klickt man auf „Tabelle speichern“, dann gelangt man zu einem Formular, in dem die Wertetabelle des momentan im Speicheroszilloskop sichtbaren Druckverlaufs aufgetragen ist. Hier sind das Speichern als Excel- oder Text-Datei und das Ausdrucken möglich.
- f) Betätigt man die Taste „Schaubild speichern“, dann gelangt man zu einem Fenster, in dem das Schaubild dargestellt ist. Hier können die Farben des Schaubilds, des Hintergrunds und des Gitters frei gewählt werden. Darüber hinaus kann die Größe des Schaubilds durch Größenveränderung des Fensters eingestellt und das Schaubild als Bild-Datei (JPEG ) abgespeichert werden. Dies ist für die Erstellung von Präsentationen nützlich.

## Zoom Speicheroszilloskop

Es gibt **3 Möglichkeiten**, um das Schaubild zu zoomen:

- a) Mithilfe der Auswahlboxen „Druckeinheit“ und „Zeiteinheit“ können Sie die y-Achse (Schalldruck) und die x-Achse (Zeit) geeignet skalieren (zoomen). Durch Klicken auf eine dieser Auswahlboxen und anschließendes Drehen des Maus-Scrollrades kann die entsprechende Skalierung einfach und schnell durchgeführt werden. Darüber hinaus dient **im Speicheroszilloskop die senkrechte Linie des Fadenkreuzes als Zoomzentrum bei Veränderung der Zeiteinheit.**
- b) Noch einfacher und schneller kann der Zoom folgendermaßen durchgeführt werden: Zeigt der **Mauscursor auf den weißen Bereich neben bzw. unter eine Koordinatenachse**, dann kann durch einfaches Drehen des **Maus-Scrollrades** der Zoom betätigt werden. Auch hier dient die senkrechte Linie des Fadenkreuzes als Zoomzentrum beim Zoomen der Zeitachse.
- c) Zusätzlich kann der Zoom durch Betätigen der linken Maustaste und gleichzeitiges Bewegen der Maus im weißen Bereich entlang den Koordinatenachsen ausgeführt werden. Diese Möglichkeit wurde mitaufgenommen, um eine zu der **Android- und iOS-Version analoge Zoommöglichkeit** zu schaffen. Auch in diesem Fall dient die senkrechte Linie des Fadenkreuzes als Zoomzentrum beim Zoomen der Zeitachse.

Im Screenshot auf der nächsten Seite sind die Zoom-Bereiche rot dargestellt:



## Verschieben Speicheroszilloskop

Es gibt **3 Möglichkeiten**, um das Schaubild zu verschieben, d.h. den dargestellten Zeitbereich zu ändern:

- Mithilfe der Laufleiste oberhalb des Schaubildes
- Noch einfacher und schneller kann das Verschieben folgendermaßen durchgeführt werden: Zeigt der **Mauscursor auf den farbigen Bereich des Schaubildes**, dann kann durch einfaches Drehen des **Maus-Scrollrades** das Schaubild verschoben werden.
- Zusätzlich kann das Verschieben durch Betätigen der **rechten** Maustaste und gleichzeitiges Bewegen der Maus im farbigen Bereich ausgeführt werden. Diese Möglichkeit wurde mitaufgenommen, um eine zu der **Android- und iOS-Version analoge Verschiebemöglichkeit** zu schaffen.

## Spektrum

Im Fenster „Spektrum“ wird das Frequenzspektrum des im Speicheroszilloskop dargestellten aktuellen Bereichs ausgegeben.

Die Bedienung und die Einstellmöglichkeiten sind analog zum Fenster „Speicheroszilloskop“ (siehe [Zoom und Verschieben Spektrum](#) und [Speicheroszilloskop](#)).

Im Folgenden wird beschrieben, wie dieses „Spektrum“ entsteht: Mithilfe einer schnellen Fourier-Transformation der im Speicheroszilloskop dargestellten Funktion  $p(t)$  berechnet das Programm die zu den Frequenzen  $f$  gehörenden Amplituden  $p_o(f)$ . Anschließend wird die maximale Amplitude  $p_{\text{max}}$  mit zugehöriger Frequenz  $f_{\text{max}}$  bestimmt. Schließlich wird der Quotient  $p_o(f)^2/p_{\text{max}}^2$  in Abhängigkeit von der Frequenz  $f$  aufgetragen.

Aus folgenden Gründen habe ich mich für die Darstellung dieses quadrierten relativen Spektrums entschieden:

- Die Schalldruckamplituden gehen quadratisch in die Berechnung der Schallintensität ein.
- Die relative Darstellung (d. h. Bezug auf das Maximum) ergibt eine vom Schallpegel unabhängige Darstellung des Spektrums, was zu einer erheblich einfacheren Ablesung des Spektrums führt.

## Zoom und Verschieben Spektrum

Der Zoom und das Verschieben des Spektrums verlaufen analog zum Zoom bzw. Verschieben des Speicheroszilloskops (siehe [Zoom Speicheroszilloskop](#) und [Verschieben Speicheroszilloskop](#)).

## Abspielen (Playback)

Die mit der Schallpegelmesser-Software erzeugten Wave-Dateien und andere Wave- und MP3-Dateien (siehe Kapitel: [Start](#) und [Datei](#)) können durch Betätigen von „Abspielen“ → „Start (Playback)“ abgespielt werden. Alternativ kann zum Start des Playbacks die Tastenkombination **Strg 6** verwendet werden. Beim Playback verhält sich die Software gleich wie bei der Aufnahme, d. h., es werden alle Messwerte und Schaubilder gleich dargestellt wie bei der Aufnahme. Durch Betätigen von „Pause“ im Menü abspielen oder durch Betätigen der Tastenkombination **Strg 7** kann das Playback unterbrochen und wieder fortgesetzt werden. Durch einen Klick auf „Stopp“ im Menü „Abspielen“ oder durch Betätigen der **Esc**-Taste kann das Playback frühzeitig beendet werden. Nach Beenden des Abspielens erscheint unter der Menüleiste ein Schieberegler mit dem die Wave-Datei manuell analysiert werden kann, d. h., mit dem Schieberegler können Sie den aktuell angezeigten Zeitbereich beliebig wählen, die dazugehörigen Messwerte und Schaubilder werden dann automatisch angezeigt (siehe [Manuelle Auswertung](#)).

Um die Aufnahme möglichst gut hören zu können, sollten Sie vor dem Abspielen der Datei wie folgt vorgehen:

Betätigen Sie innerhalb der Software Schallpegelmesser.exe das Menü „Einstellungen“ → „Maximale Lautstärke für Wave-Wiedergabe“, um den Wave-Lautstärkeregler auf maximale Lautstärke zu stellen. Den Windows-Hauptlautstärkeregler können Sie anschließend bei Bedarf noch nachjustieren. Diesen Regler erhält man durch einen Klick auf das

Lautsprechersymbol unten rechts auf der Taskleiste von Windows oder über die Systemsteuerung von Windows

## Manuelle Auswertung

Nach der Aufnahme einer Wave-Datei oder nach dem Abspielen einer Wave- oder MP3-Datei erscheinen unterhalb der Menüleiste ein Schieberegler und eine Zeitbereichsangabe für den aktuell dargestellten Zeitbereich:



Den Schieberegler können Sie mithilfe der Maus oder der Tastatur (Strg und Pfeiltasten) bewegen. In dem linken Zeitbereichsfenster wird der zur Stellung des Reglers gehörende Zeitbereich angezeigt. Jeder dieser Zeitbereiche hat eine Länge von ca. 0,186 Sekunden. Die Wave-Datei wird folglich, wie bei der „Aufnahme (schnell)“ und beim Abspielen (Playback), in Zeitabschnitte von ca. 0,186 Sekunden unterteilt. Die zu dem aktuell ausgewählten Zeitbereich gehörenden Messwerte und Schaubilder werden beim Bewegen des Schiebers automatisch berechnet und ausgegeben. Im Speicheroszilloskop (siehe Kapitel [Speicheroszilloskop](#)) wird hierbei der gesamte aufgenommene Zeitbereich dargestellt. Der aktuelle Bereich ist grün eingefärbt.

## Datei

Im Menü „Datei“ können Sie Schall-Dateien in Form von beliebigen Wave-Dateien und MP3-Dateien öffnen. Speichern können Sie im Format einer Wave-Datei (PCM).

In diesem Menü können Sie darüber hinaus durch Betätigen von „Ergebnisse“ auf die Ergebnistabelle der Schallpegelmessungen zugreifen und diese als Excel- oder Textdatei speichern (gleiche Funktionalität wie Menü „Ergebnisse“, siehe [Messungsauswertung](#)).

## Farben und Linienstärke Oszilloskop und Spektrum

Im Menü „Einstellungen“ → „Optionen“ → „Farben“ lassen sich die Farben der Kurven und des Hintergrunds im Oszilloskop und im Spektrum einstellen. Zusätzlich kann man hier die Linienstärke der Kurven einstellen.

## 12. Musikinstrumente öffnen und analysieren

Unter „Datei“ → „Musikinstrumente öffnen“ können Aufnahmen einer Vielzahl von Musikinstrumenten geöffnet und analysiert werden. Darüber hinaus finden Sie dort eine wunderbare Aufnahme des Obertongesangs von Herrn Wolfgang Saus – [www.oberton.de](http://www.oberton.de).

## 13. Beispiele öffnen und analysieren

Unter „Datei“ → „Beispiele öffnen“ können Experimente zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit und zur Bestimmung der Fallbeschleunigung geöffnet und ausgewertet werden. Ausführliche Anleitungen zur Durchführung und Auswertung dieser Messungen finden Sie unter

<https://spaichinger-schallpegelmesser.de/physik.html>

## 14. Optische Schallpegelwarnungen

Zur Selbstregulierung des Lärmpegels bei Gruppenarbeiten etc. können Schallpegel-Balkendiagramme oder die Lärmampel verwendet werden:

### Balkendiagramm für den bewerteten Schallpegel

Das Balkendiagramm für den bewerteten Schallpegel besitzt einen grünen, einen gelben und einen roten Bereich. Diese Bereiche können im Menü „Einstellungen“ → „Optionen“ → „Lärmampel/Schallpegelwarnung“ eingestellt werden.

Eine Änderung in den Optionen wird nur dann wirksam, wenn Sie durch Betätigen von „Speichern“ (innerhalb des Optionen-Fensters) diese übernehmen (siehe Kapitel: [Einstellungen speichern](#)).

### Lärmampel

Im Fenster „Lärmampel“ wird ein einfaches Gesicht dargestellt, dessen Augen und Mund sich bewegen. Der Schallpegel wird durch Pfeile symbolisiert, die auf die Ohren treffen. Umso breiter die Pfeile, desto größer ist der bewertete Schallpegel. Die Pfeile können hierbei die Bereichsfarben grün, gelb und rot annehmen.

- Grüne Pfeile: lachendes Gesicht (bewerteter Schallpegel unterhalb des gelben Bereichs)
- Gelbe Pfeile: neutrales Gesicht (bewerteter Schallpegel im gelben Bereich)
- Rote Pfeile: trauriges Gesicht (bewerteter Schallpegel im roten Bereich)

Im unteren Bereich finden Sie Zähler, die die Anzahl der Messungen im gelben und roten Bereich wiedergeben.

Die bewerteten Schallpegel für die Bereichsgrenzen können im Menü „Einstellungen“ → „Optionen“ → „Lärmampel/Schallpegelwarnung“ eingestellt werden.

Eine Änderung in den Optionen wird nur dann wirksam, wenn Sie diese durch einen Klick auf „Speichern“ (innerhalb des Optionen-Fensters) übernehmen (siehe Kapitel: [Einstellungen speichern](#)).

## 15. Einstellungen für Schallpegelmessungen

Bevor Sie genaue Schallpegelmessungen durchführen können, müssen Sie die Software mit dem angeschlossenen Mikrofon kalibrieren. **Falls Sie das Mikrofon UMIK-1 von miniDSP verwenden, ist eine Kalibrierung nicht unbedingt notwendig. Allerdings müssen Sie auf jeden Fall die Kalibrierungsdatei dieses Mikrofons laden (siehe Kapitel [Frequenzgang](#)).**

Im Folgenden wird die das Laden des Frequenzgangs und Kalibrierung erläutert. Für Frequenz- und Zeitmessungen sind keine Kalibrierungen erforderlich.

### Einstellungen speichern

Damit Änderungen in den Einstellungen: „Optionen“, „Frequenzgang Mikrofon“, „Kalibrierung über Papierzerreißen“ bzw. „Kalibrierung“ wirksam werden, müssen diese jeweils vor dem Beenden des Dialogs gespeichert werden.

Dies geschieht durch Betätigen von „Speichern“.

Durch diesen Klick öffnet sich ein Fenster zum Speichern der Einstellungen.

In dieser Datei werden alle Programmeinstellungen inklusive der Kalibrierung abgespeichert. Wählen Sie ein beliebiges Verzeichnis und einen beliebigen Namen für diese

Einstellungsdatei. Als Dateiname hat sich der Mikrofonname gut bewährt. Dies bringt Übersichtlichkeit, wenn man unterschiedliche Mikrofone verwenden möchte.

## Einstellungen laden

Einstellungsdateien können jederzeit über das Menü:

„Einstellungen“ → „Einstellungen laden“

eingeladen werden. Durch diesen Vorgang werden die aktuell vorhandenen Einstellungen des Programms durch die Daten der Einstellungsdatei überschrieben.

Dies ist nützlich, wenn z. B. unterschiedliche Mikrofone nacheinander genutzt werden sollen.

## Frequenzgang des Mikrofons

Im Menü:

„Einstellungen“ → „Frequenzgang Mikrofon“

kann der Frequenzgang des Mikrofons als Textdatei importiert werden.

**Falls Sie das Mikrofon Umik-1 (miniDSP) verwenden, ist eine weitere Kalibrierung nicht unbedingt notwendig, da in der Kalibrierungsdatei dieses**

**Mikrofons neben dem Frequenzgang bereits der Kalibrierungsfaktor enthalten ist.** Die

Kalibrierungsdatei für Ihr Umik-1-Mikrofon können Sie auf folgender Seite

downloaden: <https://www.minidsp.com/products/acoustic-measurement/umik-1>

Geben Sie auf dieser Seite die Nummer Ihres Umik-1-Mikrofons ein (z.B. 714-8604) und Sie erhalten die individuell passende Kalibrierungsdatei.

Bei anderen Mikrofonen ist eine Kalibrierung nach Import des Frequenzgangs zwingend erforderlich.

### Was tun, wenn man kein Umik-1 Mikrofon verwendet?

In diesem Fall kann man die dem Mikrofon beiliegende Frequenzgangtabelle an folgendes Format anpassen, das dann als Textdatei geladen werden kann:

- Die erste Zeile wird als Überschrift interpretiert, wenn in dieser Zeile nicht das Wort „sens“ gefunden wird
- Ab der zweiten Zeile werden die Daten des Frequenzgangs eingetragen. In jeder Zeile befindet sich zuerst den Wert der Frequenz in Hz, anschließend die Abweichung in dB.
- Die Frequenzwerte können durch ein Leerzeichen, ein Semikolon oder ein Tab voneinander getrennt werden
- Die Frequenzen müssen aufsteigend sein.
- Die Abstände zwischen den Frequenzen können beliebig sein.
- Beispiel:  
//Mikrofon-Name  
10.0 -3.51  
20.0 -1.71  
... ..
- Die Frequenzwerte können durch ein Leerzeichen oder ein Semikolon voneinander getrennt werden

Bemerkungen zum Frequenzgang eines Mikrofons: Ein konstanter Frequenzgang liegt vor, wenn alle Frequenzen im Bereich von 10 Hz bis 20000 Hz (bei Beschallung von vorne) gleich „stark“ aufgenommen werden, d. h., bei unterschiedlichen Frequenzen und gleichem Schallpegel liefert das Mikrofon die gleiche effektive Spannung wie bei einem Ton mit 1000 Hz. Die Spannung bei einem 1000-Hz-Ton wird als Bezugspunkt gewählt und deshalb in die

Frequenzgang-Tabelle 0 dB bei 1000 Hz eingetragen. Sehr gute Mikrofone besitzen (beinahe) konstante Frequenzgänge. Falls Sie keinen Frequenzgang hochladen, wird ein konstanter Frequenzgang verwendet.

Falls Sie den Frequenzgang geändert haben, müssen Sie diese Änderung anschließend durch einen Klick auf „Speichern“ übernehmen (siehe Kapitel: [Einstellungen speichern](#)).

## Kalibrierung

Für Frequenz- und Zeitmessungen sind keine Kalibrierungen erforderlich.

Für Schallpegelmessungen ist eine Kalibrierung notwendig.

Bevor Sie eine Kalibrierung durchführen, sollten Sie die Windows-Mikrofoneinstellungen (siehe Kapitel: [Einstellung des Mikrofoneingangs](#)) und den Frequenzgang des Mikrofons (siehe Kapitel: [Frequenzgang des Mikrofons](#)) überprüfen.

Nehmen Sie nach der Kalibrierung Änderungen an der Mikrofoneinstellung oder am Frequenzgang vor, dann müssen Sie die Kalibrierung wiederholen.

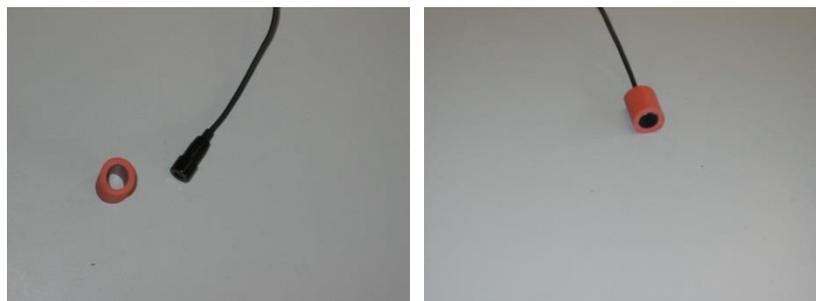
### Durchführung der Kalibrierung:

#### Kurzbeschreibung:

Hier wird eine Schallquelle benötigt, die über einen längeren Zeitraum (mindestens 15 Sekunden) einen Ton, Klang oder ein Tongemisch mit gleichbleibendem Spektrum und Schallpegel erzeugt. Geeignet wäre etwa ein Tongenerator oder ein Schallpegelkalibrator. Falls der Schallpegel dieser Quelle nicht bekannt ist, wird zusätzlich ein Schallpegelmesser als Referenz benötigt.

#### Die Kalibrierung mithilfe eines Schallpegelkalibrators

Im Folgenden wird am Beispiel eines Mini-Ansteck-Mikrofons und des Voltcraft-Schallpegelkalibrators erläutert, wie eine Kalibrierung durchgeführt werden kann. Da dieses Mikrofon zu klein für die vorgesehene Öffnung des Schallpegelkalibrators ist, muss zuerst der Durchmesser des Mikrofons passend vergrößert werden. Diese Vergrößerung lässt sich durch ein zwei bis drei Zentimeter langes Stück eines Gummischlauches (Außendurchmesser: 12 mm; Innendurchmesser: 8 mm; z.B. Phywe Art. Nr. 39283-00) einfach bewerkstelligen:



### Durchführung der Kalibrierung:

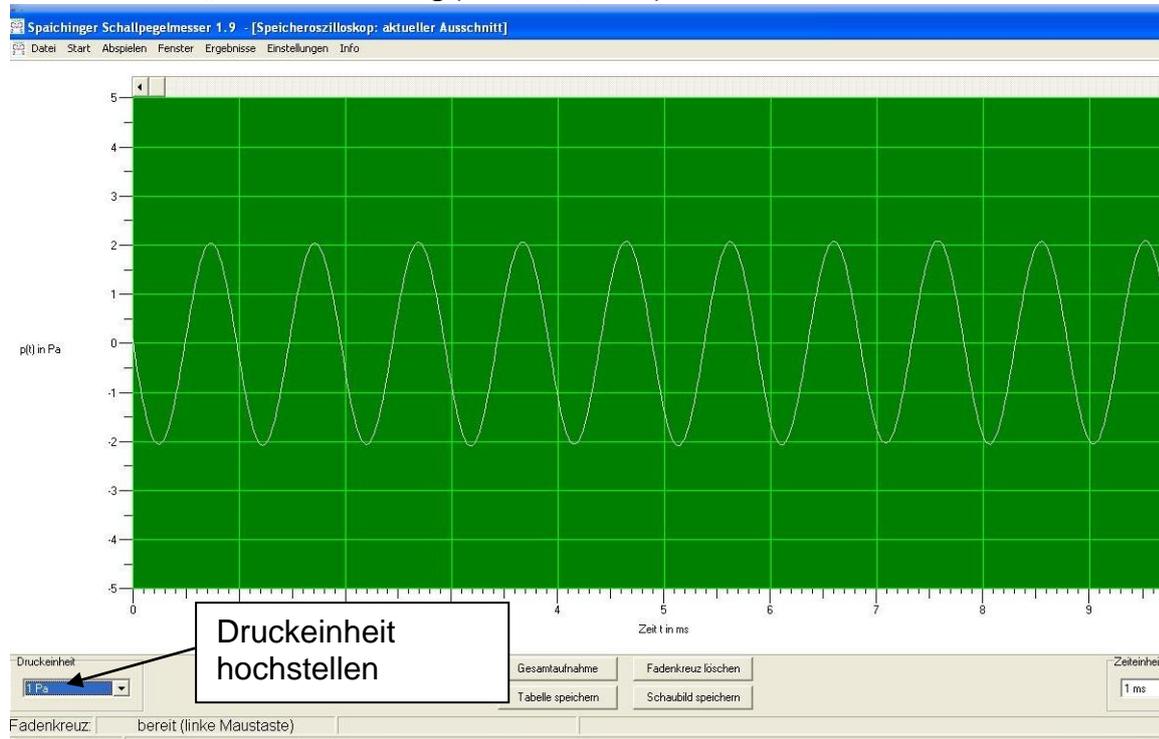
Gehen Sie in ein ruhiges Zimmer.

Schließen Sie das Mikrofon an den Computer an.

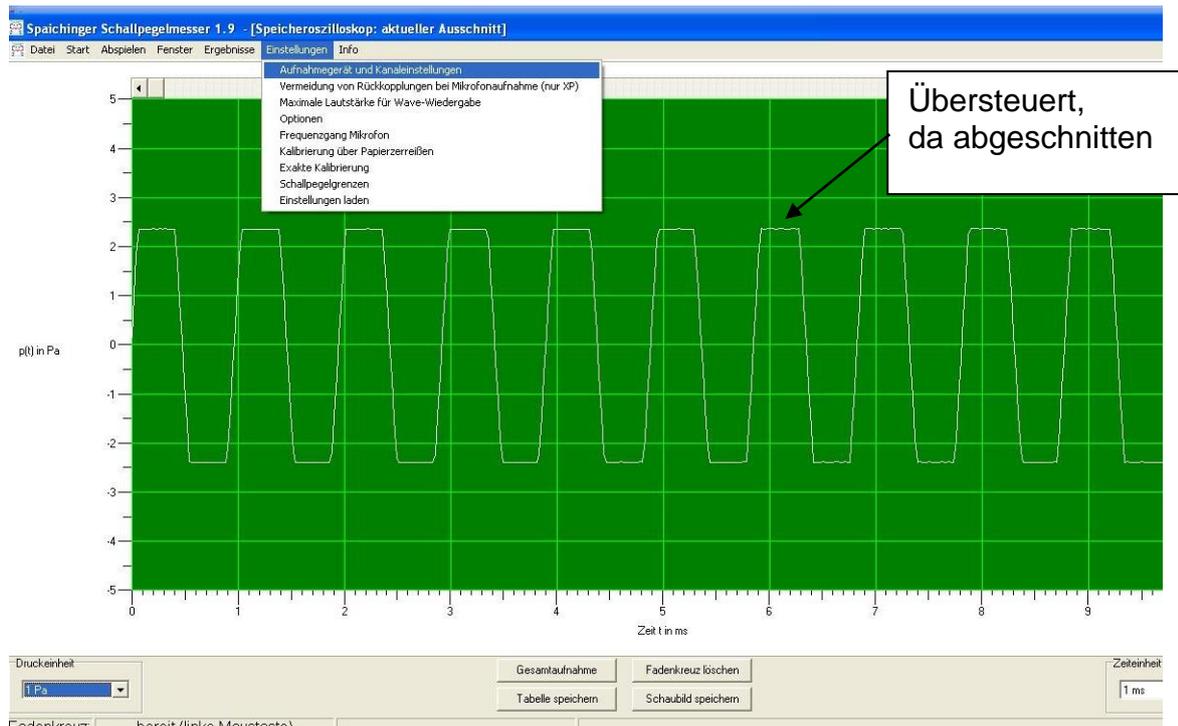
Schieben Sie das Mikrofon (mit Gummischlauch) in die dafür vorgesehene Öffnung des Schallpegelkalibrators ein:



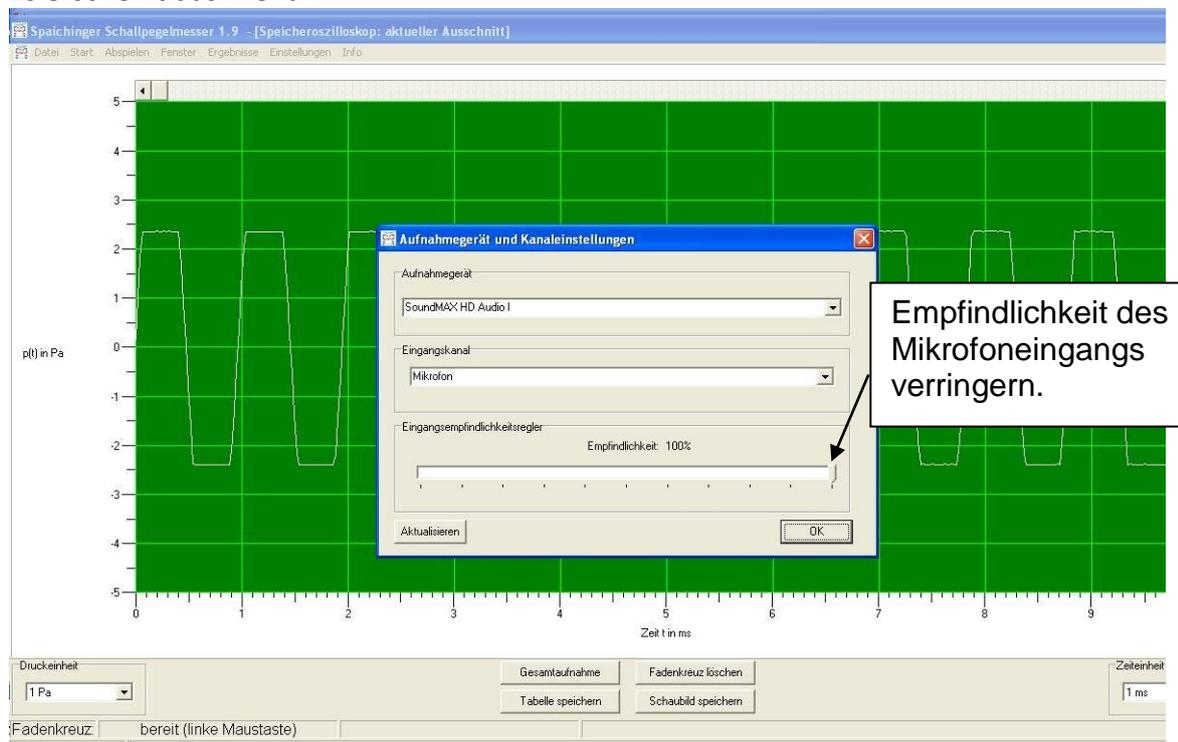
Stellen Sie den Schallpegelkalibrator auf „94 dB“ ein.  
 Starten Sie die Software „Spaichinger Schallpegelmesser“.  
 Falls Sie eine sehr empfindliche Soundkarte haben oder den 20-dB-Boost aktiviert haben, kann es vorkommen, dass die Soundkarte bei 94 dB übersteuert ist.  
 Um dies zu überprüfen, gehen Sie wie folgt vor:  
 Öffnen Sie in der Software „Spaichinger Schallpegelmesser“ das Fenster „Speicheroszilloskop“ (zeitlicher Verlauf des Schalldrucks)  
 Klicken Sie auf „Start → Messung (schnell 0,125 s)“.



Erscheint nun (nach hochstellen der Druckeinheit, siehe oben) ein „sauberer“ Sinus, dann ist die Soundkarte bei 94 dB nicht übersteuert und damit alles in Ordnung.  
 Ist die Soundkarte hingegen übersteuert, dann erhalten Sie ein ähnliches Bild wie im Folgenden dargestellt:



Um die Empfindlichkeit des Mikrofoneingangs zu verkleinern, und damit die Übersteuerung zu beseitigen, klicken Sie auf „Stopp“ und anschließend auf „Einstellungen → Aufnahmegerät und Kanaleinstellungen“.  
Es erscheint das Menü:



Verkleinern Sie nun die Empfindlichkeit mithilfe des Eingangsempfindlichkeitsreglers (siehe oben).

Beenden Sie nun den Dialog mit „OK“.

Klicken Sie wieder auf „Start → Messung (schnell 0,125 s)“, um zu überprüfen, ob jetzt ein „sauberer“ Sinus aufgenommen wird.

Wiederholen Sie diese Schritte so lange, bis ein „sauberer“ Sinus erscheint und damit die Soundkarte bei 94 dB nicht übersteuert ist.

***Nun kann die eigentliche Kalibrierung durchgeführt werden:***

Klicken Sie auf „Einstellungen → Kalibrierung“.

Tragen Sie in das Feld unten links den Schallpegel von 94 dB ein.

Betätigen Sie die Start-Taste.

Die Gesamtmessung läuft dann automatisch ab und ist nach ca. 11 Sekunden beendet. Bei dieser Gesamtmessung werden automatisch 10 Einzelmessungen durchgeführt.

Nach erfolgreicher Beendigung berechnet das Programm die Standardabweichung und zeigt diese unten rechts an.

Befindet man sich in einem ruhigen Zimmer, dann kann man eine Standardabweichung von 0,0 dB erwarten.

Klicken Sie nun auf „Speichern“, um die Kalibrierung zu speichern (siehe Kapitel: [Einstellungen speichern](#)).

**Die Kalibrierung mithilfe eines Tongenerators und eines Referenzschallpegelmessers:**

Gehen Sie in ein großes, ruhiges Zimmer.

Schließen Sie das Mikrofon an den Computer an.

Stellen Sie den Referenzschallpegelmessers wenige Zentimeter vom Lautsprecher (oder Kopfhörer) entfernt auf und richten Sie dessen Mikrofon auf den Lautsprecher aus. Achten Sie darauf, dass der Schallpegelmessers einen möglichst großen Abstand von anderen Gegenständen besitzt.

Erzeugen Sie mithilfe eines Tongenerators und des Lautsprechers (bzw. Kopfhörers) einen 1000 Hz Ton (ca. 75 bis 95 dB).

Bemerkung: Bei 1000 Hz stimmen dB und dB(A) überein.

Tragen Sie den am Referenzschallpegelmessers abgelesenen Schallpegel in das vorgesehene Feld unten links ein.

Entfernen Sie das Referenzschallpegelmessersgerät und stellen Sie an exakt denselben Ort das Mikrofon.

Betätigen Sie die Start-Taste.

Die Gesamtmessung läuft dann automatisch ab und ist nach ca. 12 Sekunden beendet. Bei dieser Gesamtmessung werden automatisch 10 Einzelmessungen durchgeführt.

Befindet man sich in einem ruhigen Zimmer und verwendet einen guten Tongenerator, dann kann man eine Standardabweichung von 0,0 dB erwarten.

Klicken Sie nun auf „Speichern“, um die Kalibrierung zu speichern (siehe Kapitel: [Einstellungen speichern](#)).

**Problembehandlung bei der Kalibrierung mithilfe eines Tongenerators und eines Referenzschallpegelmessers:**

Auch hier kann eine Übersteuerung vorliegen. Wie diese erkannt und behoben wird ist weiter oben unter der Überschrift: „Die Kalibrierung mithilfe eines Schallpegelkalibrators“ dargestellt.

## 16. Störungen durch das Netzgerät

Durch das Netzgerät von Notebooks oder durch andere Kabel, die hohe Ströme führen, können Störungen verursacht werden, da das Mikrofonkabel (bei schlechter Abschirmung) wie eine Antenne wirken kann. Diese Störungen sind leicht zu erkennen, da dann im Fenster „Spektrum“ (Spaichinger Schallpegelmesser) bei 50 Hz ein Maximum zu finden ist. Bei Messungen ist es daher sinnvoll Notebooks über Akku zu betreiben.

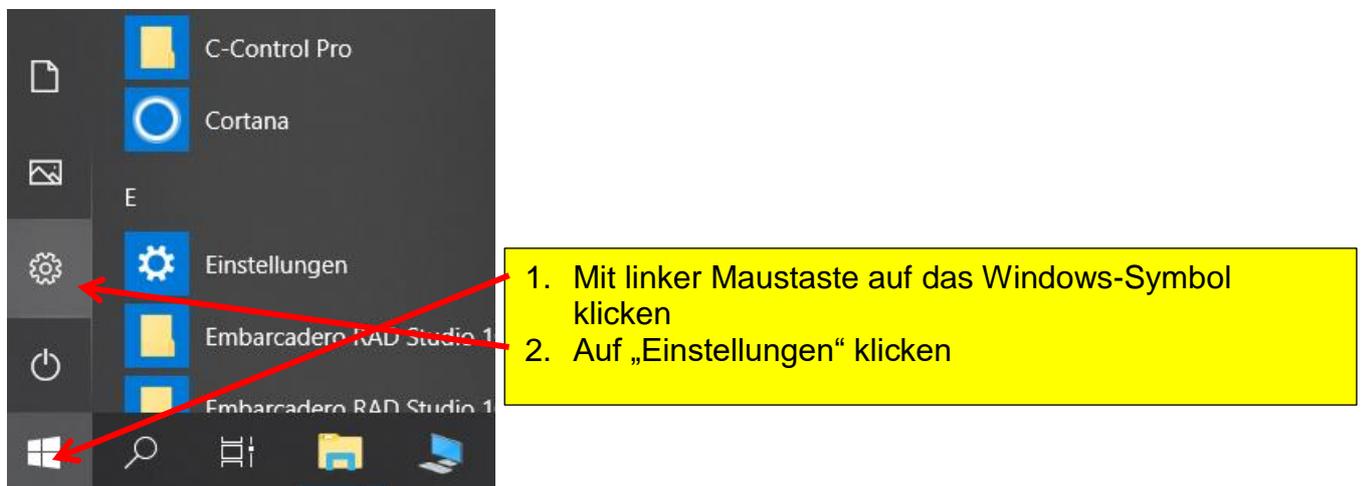
## 17. Problembehandlung: Fehlermeldung bei Start

Falls die Software beim Start mit einer Fehlermeldung abbricht, kann dies drei Ursachen haben:

1. Nicht richtig installiert (siehe [Installation](#))
2. Kein Mikrofon angeschlossen. (Lösung: Anschluss eines Mikrofons)
3. In den Windows-Einstellungen wurde der Zugriff auf das Mikrofon für Apps **nicht** erlaubt
4. Notwendige DLL-Dateien wurden gelöscht
5. Die Einstellungsdateien der Software sind beschädigt

### Lösung zu 3:

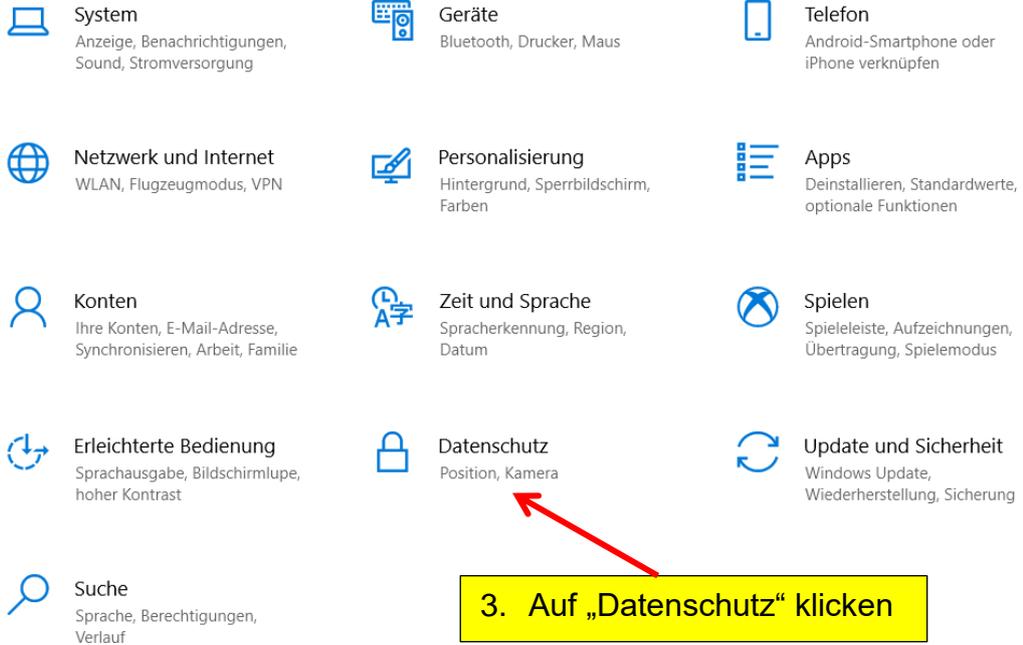
In den Windows-Einstellungen den Zugriff auf das Mikrofon für Apps erlauben (Hier dargestellt für Windows 10):



Es erscheint das auf der nächsten Seite dargestellte Fenster:

## Windows-Einstellungen

Einstellung suchen



Nun erscheint das auf der nächsten Seite dargestellte Fenster:

Einstellungen

Startseite

Einstellung suchen

**Datenschutz**

Windows-Berechtigungen

Allgemein

Spracherkennung

Freihand- und Eingabeanpassung

Diagnose und Feedback

Aktivitätsverlauf

App-Berechtigungen

Position

Kamera

Mikrofon

Benachrichtigungen

Kontoinformationen

## Allgemein

### Datenschutzoptionen ändern

Ermöglicht Apps die Verwendung der Werbe-ID, um Ihnen anhand Ihrer App-Aktivität interessantere Werbung anzuzeigen (bei Deaktivierung wird Ihre ID zurückgesetzt).

Aus

Websites den Zugriff auf die eigene Sprachliste gestatten, um die Anzeige lokal relevanter Inhalte zu ermöglichen

Ein

Windows erlauben, das Starten von Apps nachzuverfolgen, um Start und Suchergebnisse zu verbessern

Ein

Vorgeschlagene Inhalte in der Einstellungs-App anzeigen

Ein

Informieren Sie sich über Ihre Datenschutzoptionen.

Erfahren Sie, wie sich diese Einstellung auf den Schutz Ihrer Daten auswirkt.

[Weitere Informationen](#)

[Datenschutz-Dashboard](#)

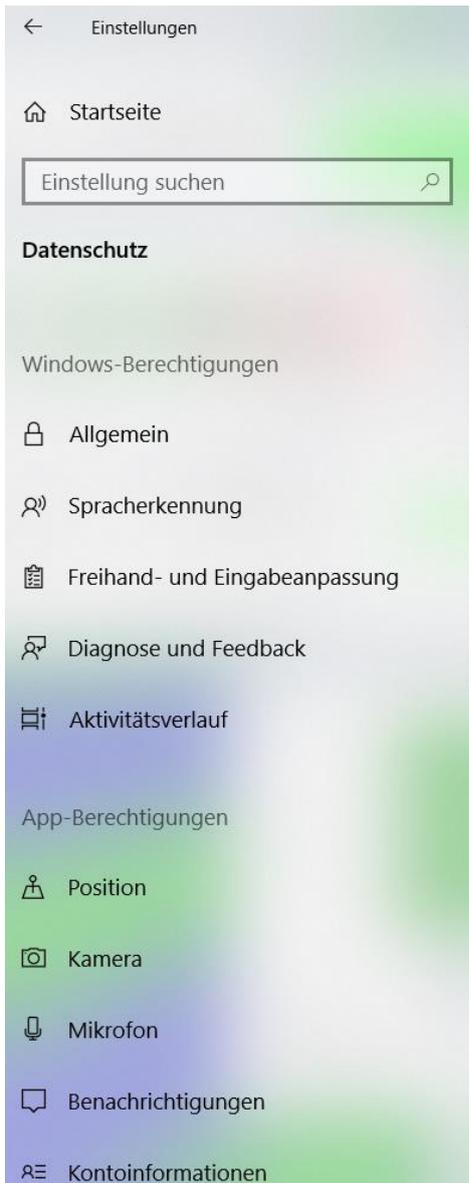
[Datenschutzbestimmungen](#)

Haben Sie eine Frage?

[Hilfenfordern](#)

**4. Auf „Mikrofon“ klicken**

Jetzt erscheint das auf der nächsten Seite dargestellte Fenster:



## Mikrofon

### Zugriff auf das Mikrofon auf diesem Gerät zulassen

Wenn Sie den Zugriff zulassen, können Personen, die dieses Gerät verwenden, über die Einstellungen auf dieser Seite auswählen, ob ihre Apps über Mikrofonzugriff verfügen. Wenn Sie den Zugriff verweigern, wird der Zugriff auf das Mikrofon für Apps blockiert.

Der Mikrofonzugriff für dieses Gerät ist aktiviert.

Ändern

### Zulassen, dass Apps auf Ihr Mikrofon zugreifen

Wenn Sie den Zugriff zulassen, können Sie mithilfe der Einstellungen auf dieser Seite auswählen, welche Apps auf das Mikrofon zugreifen können. Wenn Sie den Zugriff verweigern, wird der Zugriff auf das Mikrofon nur für Apps blockiert. Windows wird nicht blockiert.

Ein

5. Diesen Schalter auf „Ein“ stellen

### Auswählen, welche Apps auf das Mikrofon zugreifen können

Einige Apps benötigen Zugriff auf Ihr Mikrofon, damit sie bestimmungsgemäß funktionieren. Wenn Sie eine App hier deaktivieren, schränken Sie möglicherweise deren Funktionsumfang ein.

3D-Viewer

Aus

#### Lösung zu 5:

Löschen Sie den kompletten Ordner „Datei\_Schall\_Pro“ bzw. „Datei\_Schall\_ProII“ im Verzeichnis „Öffentliche Dokumente“. Die Software Spaichinger Schallpegelmesser erzeugt dann beim nächsten Start diesen Ordner mit neuen Einstellungsdateien selbst.

## 18. Softwarefehler

Falls Sie Fehler in der Software entdecken, bin ich für einen Hinweis per E-Mail:

[ziegler@spaichinger-schallpegelmesser.de](mailto:ziegler@spaichinger-schallpegelmesser.de)

immer dankbar.