

Urban Sound Planning – Schall(schutz)planung im Städtebau

Joachim Scheuren, Beate Altreuther, Sònia Alves

Müller-BBM GmbH, 82152 Planegg, E-Mail:Joachim.Scheuren@mbbm.com

Kurzfassung

Die weltweit wachsende Urbanisierung stellt auch die Akustik, die akustischen Aspekte der Stadtplanung vor ständig wachsende Herausforderungen. Denn die Wirklichkeit unserer Städte hängt entscheidend auch von ihrer akustischen Qualität ab, die jedoch nur dann zufriedenstellend erreicht werden kann, wenn alle den Schall betreffenden Gesichtspunkte bei der Planung ausreichend berücksichtigt werden. Dabei stößt die bisher überwiegend praktizierte Schallschutzplanung, die in der Regel viel zu spät eingebunden wird und deshalb die dann nicht mehr änderbaren akustischen Folgen früherer Planungsentscheidungen nur noch eingeschränkt beeinflussen, „reparieren“ kann, zunehmend an ihre Grenzen.

Um die daraus resultierende Wirkungsbeschränkung jeder Stadtplanung nachhaltig zu überwinden, bedarf es statt nachgeordneter Schallschutzplanung einer gleichberechtigten akustischen Planung, die vom frühestmöglichen Zeitpunkt an alle akustischen Aspekte möglichst realistisch, d.h. auch empfindungsnah, einbezieht. Ausgehend von den Ergebnissen und Einsichten des EU-geförderten ITN-Projekts „SONORUS“ werden die methodischen und technischen Erfordernisse dieses ganzheitlichen, holistischen Ansatzes identifiziert und die derzeitigen Möglichkeiten seiner praktischen Umsetzung aufgezeigt.

Einleitung

Wir brauchen dringend bessere, lebenswertere Städte und solche Städte sind möglich. Solche oft auch fördernde Feststellungen stehen im Mittelpunkt vieler Diskussionen um die Situation und Lebensbedingungen unserer Städte. Dies gilt in vielerlei Hinsicht aber es scheint besonders dringlich im Hinblick auf die akustische Qualität urbaner Räume zu sein. Denn wie jede andere teilen auch städtische Umgebungen sich sehr stark über akustische Wahrnehmungen mit, deren Permanenz ihnen zudem eine besondere Bedeutung verleiht. Freilich schlägt die damit einhergehende perzeptive Sozialisation in Belästigung und Gefährdung um, wenn annehmbare Grenzen unerwünschter Schalle überschritten werden.

Deshalb wird seit über 100 Jahren, seit dem Beginn der Industrialisierung und der mit dieser einhergehenden Urbanisierung versucht, Gefährdungen und Belästigungen systematisch zu vermeiden oder zumindest doch einzuzugrenzen. Klagen und Beschwerden haben zusammen mit der medizinischen Einsicht, dass hohe Lärmexposition Übelkeit und Krankheiten verursacht, schon früh dazu geführt, dass Lärmschutz- und Lärminderung als öffentliche Aufgabe anerkannt wurden.

Das Konzept der Lärmbekämpfung blickt folglich auf viele Dekaden kontinuierlicher politischer, administrativer und technischer Anstrengungen zurück, die von wachsender

Mechanisierung, Industrialisierung und Mobilität verursachte Lärmbelastung zu begrenzen. Demgegenüber hat der viel umfassendere Ansatz, statt der Reduktion und Begrenzung von Lärmpegeln die akustische Qualität der Schallumgebung gesamthaft zu betrachten, erst in den letzten Jahren ein stärkeres professionelles Interesse erfahren.

Dies mag, vor dem Hintergrund der langen Tradition, die vielfältigen Effekte der Wahrnehmung und Auswertung sowie der Beschreibung und Klassifikation von Schallen erfolgreich zu untersuchen, überraschend sein. Denn die Psychoakustik hat neben dem Verständnis der grundlegenden Mechanismen subjektiver Höreindrücke auch elementare Deskriptoren bereitgestellt. Darüber hinausgehend war sie – gemeinsam mit der Soundscape-Forschung – auch in der Lage, die gegenseitige Beeinflussung kontextueller Parameter und ihren gemeinsamen Einfluss auf den resultierenden Schalleindruck nachzuweisen. Um solche Gesamtwahrnehmungen zuverlässig ermitteln und in konkrete Planungen und Entwürfe einbeziehen zu können, müssen „objektive“ instrumentelle Deskriptoren durch kontextabhängige subjektive Bewertungen der unmittelbar Beteiligten und Betroffenen ergänzt werden.

Trotz des großen Anwendungsinteresses, das dieser Ansatz beim Design und der Beurteilung der Klangqualität von Produkten gefunden hat, blieb ein vergleichbares Interesse an Anwendungen im Umweltbereich bisher aus. Dies liegt sicher an dem wesentlich größeren Aufwand, die subjektiven Beurteilungsparameter zu ermitteln und die dazu benötigten Betroffenen zumindest repräsentativ einzubinden. Hinzu kommt, dass das Fehlen anerkannter standardisierter Verfahren der Vorgabe klarer Schritt-für-Schritt-Verfahren entgegensteht und somit Ängste vor unvorhersehbaren Planungsanstrengungen schürt.

Gleichwohl bedarf die unbefriedigende, häufig inakzeptable Situation in vielen städtischen Bereichen zusammen mit den wachsenden Ansprüchen einer wachsenden Zahl von Stadtbewohnern einer kontinuierlichen Erweiterung des Horizonts urbaner Schallplanung, die den Schutz vor Schall als Teil eines erweiterten, umfassenden Planungsszenarios begreift, um bessere, weitreichendere Lösungen finden zu können: städtebauliche Schallplanung, „Urban Sound Planning“, statt Schallschutzplanung oder Lärminderung im Städtebau!

Schall(schutz)planung im Städtebau – Holistischer Ansatz

Es ist ein althergebrachtes Dilemma der Ingenieurakustik aber gleichwohl immer noch gängige Praxis, dass akustische Aspekte in aller Regel viel zu spät und viel zu eingengt einbezogen werden. Dies liegt typischerweise daran, dass schalltechnische Anforderungen von Designern und Entwurfsingenieuren nur als nachgeordnet eingestuft werden. Diese Fehleinschätzung hat meistens fatale Folgen. Denn

Schall und Schwingungen sind mit mechanischen Vorgängen und Prozessen untrennbar verknüpft und können deshalb weder unabhängig betrachtet noch unabhängig geplant oder gar beeinflusst werden. Deshalb wird die Umsetzung akustischer Anforderungen unnötig aufwendig, häufig sogar unmöglich, wenn diese zu spät einbezogen werden und dann durch vorherige Festsetzungen erschwert bzw. behindert oder gar gänzlich verhindert werden.

Dies gilt auch für die akustische Planung und Gestaltung von Stadtgebieten, wo alle bereits getroffenen Festlegungen die akustische Wirkung verbleibender Festlegungen einschränken. Es ist daher offensichtlich, dass die Wirksamkeit akustischer Planungen und Realisierungen wesentlich davon abhängt, dass alle akustischen Aspekte von Anfang an in alle Planungen einbezogen sind. Zusammen mit der weiter oben beschriebenen Erweiterung der Lärminderungsplanung hin zu einem erweiterten Verständnis der anzustrebenden Gesamtschallszenarien (Soundscape) definieren diese Kriterien eine gesamthafte, holistische Vorgehensweise, für deren methodische Fixierung sich der Begriff „urban sound planning“, städtebauliche Schallplanung, abzuzeichnen beginnt:

- Einbindung der Akustik im frühestmöglichen Planungsstadium
- Gesamthafte Berücksichtigung akustischer Aspekte als integraler Bestandteil aller Planungsdisziplinen
- Gesamthafte Betrachtung der wahrnehmungsbezogenen Qualität der akustischen Umgebung (Soundscape)

Nur wenn diese Vorgaben berücksichtigt und umgesetzt werden, kann das gesamte Potential optimaler Planungen für eine bestmögliche akustische Lösung ausgeschöpft werden.

ITN – Projekt SONORUS

Der im vorigen Abschnitt entwickelte holistische Ansatz (holistic approach) bildete den Ausgangspunkt für das Konzept des von der EU geförderten ITN Projekts SONORUS ([1],[2]). ITN Projekte bieten jungen Nachwuchsforschern die Möglichkeit, ihre Forschungserfahrungen im Rahmen eines dreijährigen Ausbildungsprogramms weiter zu entwickeln und dabei ihre Berufsaussichten zu verbessern [3]. Das abkürzende Wort „sonorus“ (latein. für klingend, tönend) sollte dabei die berufliche Zukunftsvision beschreiben: In Anlehnung an die Berufsbezeichnung „aquarius“ für Wasserexperten soll „sonorus“ den Schallexperten kennzeichnen, der über eine hohe Qualifikation in allen Angelegenheiten urbaner Schalle und Klänge verfügt.

Von 2012 bis 2016 hat das aus 9 Partnern (5 Universitäten, 3 Forschungseinrichtungen und Müller-BBM als einzigem Industriepartner, [1]) bestehende Konsortium 14 Nachwuchsforscher (early stage researcher, ESR) in einem dreijährigen Masterprogramm zu „urbanen Schallplanern (urban sound planner)“ ausgebildet. Parallel zu ihrem Ausbildungs- und Austauschprogramm haben die ESRs durch ihre Forschungsarbeiten dazu beigetragen, die für eine ganzheitliche akustische Stadtplanung benötigten Methoden und Werkzeuge zu verbessern bzw. besser an die Erfordernisse der Praxis anzupassen.

Ein weiterer Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt be-

stand darin, die Bedingungen, Voraussetzungen und Erfolgspotentiale einer konsequent holistischen Vorgehensweise zu untersuchen und zu spezifizieren.

Um die Praktikabilität der Anwendung des erarbeiteten Konzepts wie auch der bereitgestellten Methoden und Werkzeuge zu überprüfen, wurden in Abstimmung mit vier assoziierten Städtepartnern in den Städten Antwerpen, Brighton, Göteborg und Rom unterschiedliche praktische Fallstudien bearbeitet.

Forschungsschwerpunkte

Die in SONORUS bearbeiteten Forschungsthemen konzentrierten sich auf drei Schwerpunktbereiche, die für den Erfolg einer praktischen Umsetzung ganzheitlicher Planungen als wesentlich eingeschätzt wurden:

- Prädiktionsmethoden und Auralisierung
- Konzeption und Entwurf von Lärminderungsmaßnahmen
- Anwendung des Soundscape-Konzepts

Prädiktionsmethoden und Auralisierung

Obwohl die gebräuchlichen standardisierten Schallprognosemethoden einen breiten Bereich praktisch relevanter Anwendungen abdecken, gibt es auch viele Anwendungsfälle, bei denen die zugrundeliegenden Modellannahmen nicht ausreichen. Beispiele sind genauere Analysen abgeschirmter Bereiche (Schattenzonen) wie auch Gebiete niedriger Schallpegel (Ruhegebiete). Aber auch hier werden Schallprognosen benötigt, wenn etwa Ruhegebiete in eine zuverlässige Schallplanung mit einbezogen werden sollen.

In den letzten Jahren konnten technische und methodische Fortschritte genutzt werden, um auch die sog. wellengestützten Methoden, z.B. PSTD- (pseudo-spectral time domain) und FDTD- (finite-difference time domain) Methoden), mit denen sehr viel genauere Berechnungen möglich sind, praktisch anwendbar zu machen. Abb. 1 veranschaulicht das Potential solcher Methoden am Beispiel einer Schallausbreitungsrechnung. Eine Impulsschallquelle im Bereich A verursacht unterschiedliche Schallfelder, wenn die Begrenzungsflächen von A reflektierend (obere Abbildung) und absorbierend (untere Abbildung) ausgelegt sind. Man erkennt, dass die angewandte Berechnungsmethode eine genaue Nachbildung der Wellenfelder einschließlich der Beugung in abgeschirmte Bereiche B erlaubt und dass die absorbierenden Begrenzungsflächen den Schall sowohl in A als auch in B vermindern.

Das dabei benutzte wellengestützte Rechenverfahren erlaubt Vorhersagen, die mit den herkömmlichen Ausbreitungsrechnungen nicht möglich sind. Auch wenn weitere Verbesserungen der Genauigkeit bei gleichzeitig akzeptablem numerischem Aufwand die Praxisakzeptanz weiter verbessern würden, kann dieser Ansatz auch schon heute in der Praxis dazu beitragen, die bisherigen Grenzen kommerziell verfügbarer Software zu überwinden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt zuverlässiger Prädiktionsverfahren ist die Frage, wie die Ergebnisse prädiktiver Berechnungen am besten wiedergegeben und bewertet werden. Obwohl erfahrene Experten in der Lage sind, solche physikali-

schen Vorhersagen in Beziehung zum erwartbaren perceptiven Kontext zu setzen, hat der Stand der Auralisierungstechnik die Synthese und Wiedergabe echter Schalle heute als gängige Praxis etabliert.

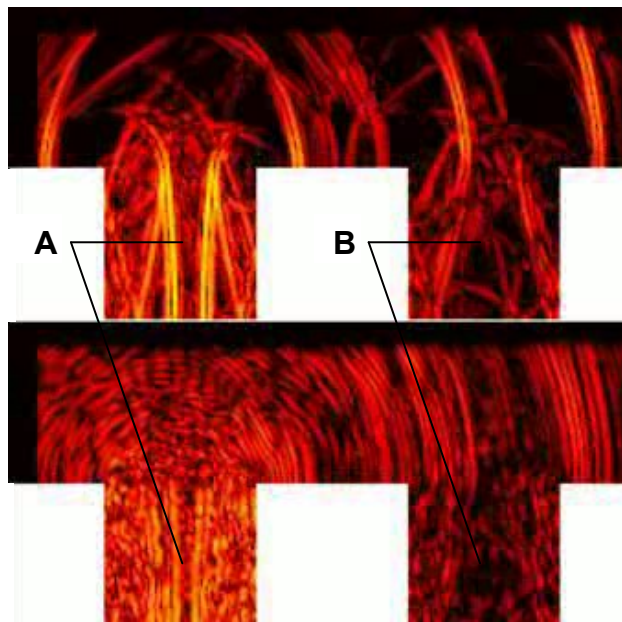


Abbildung 1: Numerische Berechnung der Schallwellenausbreitung ohne (oben) und mit (unten) absorbierenden Fassaden bei Anregung durch eine Impulschallquelle im Bereich A ([4]).

Die Hörbarmachung vorausberechneter Schallszenarien wird unerlässlich, wenn es darum geht, die von den jeweiligen Schallen Betroffenen oder auch andere Nichtexperten einzubeziehen. Insbesondere dann, wenn der Betrachtung das gesamthafte akustische Umfeld so, wie es von Menschen im Kontext wahrgenommen, erlebt und verstanden wird (vgl. ISO 12913, soundscape), zugrunde gelegt wird, setzt die notwendige Beurteilung durch Nichtexperten die Bereitstellung von Hörereignissen voraus. Deshalb ist es wichtig, verbesserte numerische Methoden mit geeignet verbesserten Auralisierungstechniken zu verbinden.

Konzeption und Entwurf von Lärminderungsmaßnahmen

Auch wenn der Horizont ganzheitlicher Schallbetrachtung beliebig weit gefasst wird bleiben Lärminderungsmaßnahmen wesentliche Bestandteile jeder Schallplanung und –realisierung. Daher bleiben erweiterte Schallplanungsansätze auf die Weiterentwicklung und Bereitstellung verbesserter Schallminderungstechnologien angewiesen. Eindrucksvolle Beispiele ergeben sich z.B. aus der Kombination von schallmindernden und vegetativen Elementen, wie sie etwa in [4] und [5] aufgeführt sind. Darüber hinaus ergeben sich große Minderungspotentiale aus der frühzeitigen und konsequenten Einbeziehung akustischer Einsichten in städtebauliche Entwürfe ([5],[6]).

Anwendung des Soundscape-Konzepts

Wie oben ausgeführt, war die Integration des Soundscape-Ansatzes in die praktische urbane Schallplanung ein Kernanliegen des SONORUS-Projekts. Indem er sich ganz darauf

konzentriert, wie Betroffene ihre Umgebung bewusst und unbewusst erleben, sollte dieser Ansatz relevantere Beurteilungen und Bewertungen des akustischen Umfelds ermöglichen und damit auch eine holistische Vorgehensweise möglich machen.

Um die praktische Anwendbarkeit dieser Vorgehensweise zu verbessern, hatte sich das ITN Projekt SONORUS das Ziel gesetzt, die entsprechenden Verfahren zu konkretisieren und benötigte Werkzeuge zu verfeinern. Dabei wurde insbesondere Wert gelegt auf die

- sorgfältige und wahrnehmungsbezogene Ermittlung und Bewertung subjektiver kontextabhängiger Hörereignisse,
- Entwicklung kontextbezogener Maßnahmen auch unter Berücksichtigung der Angemessenheit auraler und visueller Eindrücke,
- Entwicklung und Erprobung geeigneter Deskriptoren.

Praktische Fallstudien

Um sicherzustellen, dass sowohl die Ausbildungsprofile als auch die Forschungsansätze von SONORUS auch den Bedürfnissen der Planungspraxis entsprechen, waren vier Städte, Antwerpen, Brighton, Göteborg und Rom als assoziierte Partner in das Projekt mit eingebunden. Jede dieser Partnerstädte hat durch Bereitstellung konkreter Planungsaufgaben die Möglichkeit geschaffen, methodische Konzepte und praktische Lösungsansätze in konkreten Fallstudien zu erproben.

Ergebnisse von SONORUS

Im Einklang mit der wesentlichen Projektidee, die Werkzeuge eines ganzheitlichen, holistischen Ansatzes zur urbanen Schall(schutz)planung zu vervollkommen und auf ihre unmittelbare Praxistauglichkeit hin zu überprüfen, sollen die in den Forschungsschwerpunkten und praktischen Fallstudien erzielten Ergebnisse hier nur summarisch im Hinblick auf die Erfordernisse einer optimalen ganzheitlichen Planung zusammengestellt werden. Diese Erfordernisse, die einen verbreiteten Einsatz holistischer Planungselemente in der derzeitigen Planungspraxis ermöglichen könnten, sind in der nachfolgenden Aufstellung stichwortartig zusammengefasst.

Voraussetzungen einer optimalen urbanen Schallplanung

1. Integrale Interaktion
 - frühe und umfassende, gleichberechtigt interdisziplinäre Kooperation aller relevanten Planungsdisziplinen
2. Verbesserte Minderungsmaßnahmen
 - Entwurfswerkzeuge und Entwurfsregeln
 - alternative Ansätze, Konzepte, Elemente und Maßnahmen
3. Verbesserte Werkzeuge zur Simulation und Vorhersage Quellmodellierung und –synthese, Schallausbreitung
4. Verbesserte Kommunikationswerkzeuge
 - aural, visuell und kontextuell
5. Verbesserte Analyse
 - vereinfachte Konzepte für Analyse subjektiver, kontextabhängig erlebter Hörereignisse
6. Verbesserte Deskriptoren für Analyse und Entwurf

Bei der Beantwortung der Frage, inwieweit der derzeitige Stand der Technik die genannten Anforderungen erfüllen kann, soll zwischen der methodischen Möglichkeit und der Praxistauglichkeit unterschieden werden.

Konsequente Vorgaben, z.B. für eine frühe (von Anfang an) und umfassende, gleichberechtigt interdisziplinäre Kooperation aller relevanten Planungsdisziplinen, könnten zusammen mit den Forschungs- und Entwicklungsfortschritten der letzten Jahre dazu führen, dass für die meisten der aufgeführten Anforderungen geeignete Methoden zur Verfügung stehen. Diese sind in der nachfolgenden Aufstellung durch blaue Textfärbung gekennzeichnet, wobei die Notwendigkeit weiterer signifikanter methodischer Fortschritte durch Kursivsetzung zum Ausdruck gebracht wird.

Man erkennt, dass bis auf die Verfügbarkeit vereinfachter Konzepte für die Analyse subjektiver, kontextabhängig erlebter Hörereignisse alle Anforderungen methodisch erfüllbar sind bzw. nach überschaubaren weiteren Fortschritten erfüllbar werden. Lediglich bei der Analyse subjektiver, kontextabhängig erlebter Hörereignisse erscheinen vereinfachte Konzepte dringend erforderlich, um den derzeit notwendigen hohen Aufwand zu verringern.

Methodische Möglichkeiten einer optimalen urbanen Schallplanung

1. **Integrale Interaktion**
- frühe und umfassende, gleichberechtigt interdisziplinäre Kooperation aller relevanten Planungsdisziplinen
2. **Verbesserte Minderungsmaßnahmen**
- *Entwurfswerkzeuge und Entwurfsregeln*
- alternative Ansätze, Konzepte, Elemente und Maßnahmen
3. **Verbesserte Werkzeuge zur Simulation und Vorhersage Quellmodellierung und –synthese, Schallausbreitung**
4. **Verbesserte Kommunikationswerkzeuge**
- aural, visuell und kontextuell
5. **Verbesserte Analyse**
- vereinfachte Konzepte für Analyse *subjektiver*, kontextabhängig erlebter Hörereignisse
6. **Verbesserte Deskriptoren für Analyse und Entwurf**

Optimale ganzheitliche Planung in der Praxis

Trotz der genannten methodischen Fortschritte muss festgestellt werden, dass nicht alle bisherigen Ergebnisse ausreichen, um die Anwendung der neuen Werkzeuge in der Alltagspraxis zu verankern. Wie zuvor bei den Methoden ist die Praxistauglichkeit wieder durch – diesmal grüne – Einfärbung zum Ausdruck gebracht, wobei Kursivsetzung eine vorläufig noch eingeschränkte Praxistauglichkeit kennzeichnet.

Erneut gilt, dass die meisten Anforderungen an eine optimale Planung zumindest eingeschränkt praxistauglich erfüllbar sind. Lediglich die rot gekennzeichnete aufwändige Analyse kontextabhängig erlebter Hörereignisse bedarf wesentlicher Vereinfachungen, um in der Planungspraxis vermehrt herangezogen zu werden. Dies könnte auch durch verbesserte, einfache Deskriptoren nicht nur in der Analyse sondern auch beim Entwurf wesentlich erleichtert und unterstützt werden.

Praxistauglichkeit einer optimalen urbanen Schallplanung

1. **Integrale Interaktion**
- frühe und umfassende, gleichberechtigt interdisziplinäre Kooperation aller relevanten Planungsdisziplinen
2. **Verbesserte Minderungsmaßnahmen**
- *Entwurfswerkzeuge und Entwurfsregeln*
- alternative Ansätze, Konzepte, Elemente und Maßnahmen
3. **Verbesserte Werkzeuge zur Simulation und Vorhersage Quellmodellierung und –synthese, Schallausbreitung**
4. **Verbesserte Kommunikationswerkzeuge**
- aural, visuell und kontextuell
5. **Verbesserte Analyse**
- vereinfachte Konzepte für Analyse *subjektiver*, kontextabhängig erlebter Hörereignisse
6. **Verbesserte Deskriptoren für Analyse und Entwurf**

Zusammenfassung und Ausblick

Trotz wesentlicher Fortschritte bei der Bereitstellung neuer Methoden und Werkzeuge zur besseren Planung und Gestaltung urbaner Schallumgebungen sowie bei der Anerkennung der Bedeutung und des Nutzens integrierter holistischer Ansätze hängt die breite Anerkennung in der Praxis von

- erfolgreicher Kommerzialisierung fortgeschrittener Werkzeuge,
- vereinfachten Verfahren zur brauchbaren Abschätzung von Schallqualitätsparametern und –deskriptoren bei Analyse und Vorhersage,
- Unterstützung aller Beteiligten, aber auch durch politisch/administrative Anforderungen

ab. Vor diesem Hintergrund kann davon ausgegangen werden, dass der derzeitige Widerspruch zwischen Anspruch und Einsicht in die Notwendigkeit einerseits und Akzeptanz in der Praxis andererseits langfristig durch weitere methodisch/technische Fortschritte aber auch durch weiter wachsenden Problemdruck und Problembewusstsein überwunden werden kann.

Literatur

- [1] zu SONORUS siehe www.fp7sonorus.eu/
- [2] Scheuren, Kropp, Forssèn: Extending the scope of urban sound planning by education and research. Proc. Inter-Noise 2014, Melbourne, Australien
- [3] zu ITN Projekten siehe https://ec.europa.eu/research/mariecurieactions/about/innovative-training-networks_de
- [4] Novel solutions for quieter and greener cities HOSANNA Projekt Booklet unter www.greener-cities.eu
- [5] Urban Sound Planning – the SONORUS project. SONORUS Projekt Booklet unter <https://publications.lib.chalmers.se/publication/242257-urban-sound-planning-the-sonorus-project>
- [6] Ergebnisse von SONORUS im student's blog unter <https://sonorusfp7.wordpress.com>