

# takt tempo t<sup>on</sup>

klingende Zahlen und MatheMusik

Michael Bradke 12/2002

## **Musik besteht aus Regelmäßigkeiten.**

Regelmäßigkeiten kann man in Zahlen ausdrücken und berechnen, verändern und neu gruppieren, ordnen und durcheinander bringen.

Klingende Regelmäßigkeiten befinden sich in unserem Körper, in der uns umgebenden Natur und Kultur.

Langsame Regelmäßigkeiten ergeben den musikalischen Puls, das zugrundeliegende Tempo. Durch Betonungen wird der Puls in Metren und Takte geordnet. Takte und Metren kann man zählen, addieren und zu größeren Einheiten zusammenfassen. Unregelmäßige Betonungen werden zu Rhythmen, wenn man sie regelmäßig wiederholt.

80 Regelmäßigkeiten pro Minute sind ein normales musikalisches Tempo, 80 regelmäßige Schwingungen pro Sekunde sind ein tiefer Ton.

Töne entstehen durch Wellen mit regelmäßigen schnellen Schwingungen. Diese Wellen haben Schwingungsknotenpunkte in ganzzahligen Verhältnissen zur Gesamtlänge des schwingenden Körpers.

An den Schwingungsknoten bewegt sich das Material nicht. Diese Stellen kann man bei klingenden Röhren oder Holz erfühlen oder errechnen und hier Befestigungspunkte ohne die Schwingung zu stören.

Saiten kann man halbieren, dritteln, vierteln, und bekommt so nach optischer / mathematischer Teilung die Grundlagen der Harmonik

Die verschiedenen Tonhöhen entstehen bei den Musikinstrumenten, indem man Masse, Länge oder Spannung des schwingenden Materials verändert.

Zum Musikmachen verwenden die Menschen meistens festgelegte Tonstufen, die in Zusammenhang mit den ganzzahligen Teilungen der Länge des schwingenden Materials stehen.

Mit Metren, Takten, Rhythmen und Tonstufen und Dauern entstehen kleine Strukturen oder Muster, welche leicht wiedererkannt werden. Diese Strukturen kann man regelmäßig wiederholen oder verändern und zu einer größeren Struktur zusammenfassen.

Aus Mustern Musik zu erschaffen, erfordert eine willentliche Anstrengung. Durch Absprache mehrerer Mitspielender, mit gemeinsamen Zeitgefühl, wird in Zusammenarbeit aus Chaos Musik.

## Musik und Zahl, Musik und Zählen

Einige Aspekte aus der Sicht des zählenden Musikers.

Aus langsamen regelmäßigen Einzelereignissen (Ereignisse/Pulse pro Minute – BpM) entsteht ein musikalisches Tempo, durch Betonung Takte und Rhythmen. Schnelle Regelmäßigkeiten (Ereignisse/Schwingungen pro Sekunde – Hertz) sind je nach Schwingungsform Geräusch, Klang oder Ton.

Musik besteht also aus Regelmäßigkeiten die man zählen kann:

Time/Zeit/Puls/Tempo als unbetonte regelmäßige Grundlage (in Zusammenhang mit Körperzeiten wie Atem, Herzschlag etc!)

Die Regelmäßigkeiten können betont werden!

Regelmäßig betont entsteht der Takt in 2,3,4 (56789)

Unregelmäßig betont entsteht Rhythmus, wenn diese Unregelmäßigkeiten regelmäßig wiederholt werden.

Die einzelnen Ereignisse können mehrfach unterteilt werden (viertel, achtel, ...Triolen), oder mit anderen Takten überlagert (2:3, 3:4, 4:6, ...)

Die Takte addieren sich in meist regelmäßiger Form zum „Durchgang/Strophe“, oft in Achter-Päckchen.

Die Achterpäckchen werden z.T. wiederholt! (AABB, AABA).

Die gesamte Form wird wiederholt (3 Durchgänge, 4 Strophen ...)

Innerhalb der Form gibt es betonte/spannende und unbetonte/ruhige Teile

**Bewusst / unbewusst zählt man also bei einem Auftritt im europäischen Gefühl:**

- a.) wie viele Stücke spiele ich (Spannung der Abfolge der Stücke: ruhig/schnell)
- b.) wie viele Durchgänge ich vom Lied spiele (jeweils mit unterschiedlicher Spannung)
- c.) in welchem Teil der Form (AABB) ich mich befinde (Gefühl für 8 ter Segmente, 16 und 32 Takte)
- d.) in welchem Takt ich mich befinde (Gefühl für „4 taktige“ Päckchen)
- e.) ob ich mich innerhalb des Taktes auf oder zwischen dem Puls bewege, ihn teile oder zusammenfasse, dagegen spiele, versetzt (Notendauer, Betonung, Offbeat, Polymetrik ..., lange Noten über mehrere Takte, keine Noten/PAUSE)
- f.) Die kleinste Grundeinheit, auf der ich mich bewege (z.B. sechzehntel) wird aber beim Spielen normalerweise nicht gezählt, sondern automatisiert wahrgenommen und reproduziert (dies setzt Übung voraus). (1seuntezeuntezeuntezeunte, 1tokoztokoztoko). Die Finger können schließlich schneller spielen als ich bewusst zählen kann!
- g.) Das Tempo der diesem Musikstück zugrundeliegende Regelmäßigkeit: Metronomsinn???, kleinster gemeinsamer Nenner, unendliche Reihe von kleinsten gemeinsamen Beats ....) ist schon relativ schnell.
- h.) Trotzdem wird auch hier durch minimale Verschiebungen gegen/auf die Regelmäßigkeit Spannung/Ruhe hergestellt (z.B. Swing, Human Touch)

Inder oder Afrikaner spüren und zählen die Musik allerdings anders, vor allen Dingen was die große Form (AABA) angeht, oder den Takt. Oft spielen sie eher mit dem Puls, oder mit komplexeren Taktformen (Indien, zusammengesetzte Takte) oder mit Reibungen, die durch das gleichzeitige Spüren verschiedenen Metren entstehen. Nicht alle Musikkulturen denken linear, viele auch in (sich überlagernden) Zyklen.

Den meisten Musiken eigen ist aber das gleichzeitige Spüren/Fühlen/bewusste Zählen auf verschiedenen Ebenen gleichzeitig: Puls, Metrum, Takt, Formsegmente, Form. In allen Musiken geht es um Spannung und Entspannung, Reibung und Glätte, einfache/gleiche Teiler, komplexe Zusammenhänge die selten einen Ruhepunkt entstehen lassen, schnell/langsam, gegen/mit.

Was hier für die Musikalische Zeit- Struktur (Metrum/Takt/Form) gesagt wurde, gilt auch für den Umgang mit einer schnelleren Schwingung, den Klängen/Tönen!  
Sie stellen genau so Ruhe/Spannung her und bestehen genau so aus zählbaren Regelmäßigkeiten, nur dass sie viel schneller sind

Beim Üben wird die „Mathematik hinter den Tönen“, (Takte zählen, Rhythmen oder Tonstufen analysieren, Melodien in Motive zerlegen ... oft sehr bewusst wahrgenommen. Beim tatsächlichen Spielen wird sich aber zumeist auf das Gefühl und die muskulären Automatismen verlassen.

## Sammlung mathematischer/physikalischer Begriffe

Grundlegende mathematische (und physikalische) Begriffe werden anhand von musikalischen (und anderen Phänomenen z.B. optischen) erfahrbar gemacht:

kleinster gemeinsamer Nenner,  
grade/ungrade Zahlen,  
Addition,  
Multiplikation,  
Muster,  
diskret und kontinuierlich,  
Teilung,  
Zählen,  
Periode,  
Stufen,  
Schwingungsknotenpunkt,  
Frequenz,  
Oberton,

ganzzahlige Teilung,  
Harmonie,  
Vielfaches,  
Kardinalteilung,  
Aufteilung  
Formel  
Parameter  
Intervall  
Oktave, Quinte, Quarte etc.  
Halbe, viertel, drittel, sechzehntel ...  
binär, ternär  
Rhythmus  
Mathematische- und Bewegungsmuster

## Wortspiele

RechenRhythmen  
KlangFormeln  
PaukenPattern  
RhythmusReihen  
Töne teilen  
KlangKombinationen  
Takte teilen  
Musik multiplizieren

ZeitZerhacker  
TrommelTisch  
Stimmen halbieren  
ZeitZaun  
BioBeat  
SchaukelSwing  
Im Takt  
MetrenMessen

# „Im Takt“: langsame Regelmäßigkeiten

## Metren messen

Musikalisches Tempo wird in Ereignissen pro Minute gerechnet: 80 Schläge pro Minute, wie der Herzschlag sind das Mittel, runter geht's bis 40, hoch bis 240. Sinnbild ist das Metronom. Das Tempo/Puls ist zunächst eine unstrukturierte, aber zeitlich regelmäßige Abfolge von „Schlägen“.

## Beispiele im Alltag:

Puls-Schlag hören  
Uhr  
Gehen und Laufen  
Schaukel pendelt

## Betonte Regelmäßigkeiten: Takte

Die Abfolge von „Grundeinheiten“ kann durch Zählen und Betonung (z.B. der „Eins“) strukturiert werden:

So entsteht das Metrum (????) - also wie viele Schläge eine Takt-Einheit ausmachen

123412341234 oder 123123123

## Beispiele:

Herzschlag: 123 die 1 und die 3 sind betont.

## Takte teilen

Das Grundtempo kann man wieder unterteilen, meistens mit der

### Kardinalteilung (1-2-4-8-16)

d.h. man füllt den Raum zwischen zwei Ereignissen regelmäßig durch Halbierung mit einem weiteren:

1            (2)            (3)            (4)            in ( ) nur gesprochen

1            (2)            3            (3)

1            2            3            4

1 und 2 und 3 und 4

1 se und te 2 e und te 3 e und te 4 re und te

Kardinalteilung in Takten: ganze, halbe, viertel, achtel, sechzehntel

Grader 2er Takt: Betonung bleibt auf gleicher Hand

Abwechselnd: rlr|rlr|rlr|rlr|

Grader 4er Takt

schneller: rrlr|rlr|rlr|rlr|rlr|rlr|rlr|rlr|

Ungrader 3er Takt:

Betonung wechselt bei Wechselschlag von Hand zu Hand: R-l-r-L-r-l-R-l-r-L-r-l- ...

Doppelschlag Betonung auf starker Hand R-l-l-R-l-l-R-l-l-R-l-l...

Ungrader 5er Takt:

Rlrlr- Lrlrl -Rlrlr oder: Rllrl / Rlrl

## **„Takte zählen“: (Betonungen im Puls herstellen)**

In der ganzen Welt wird zum Musikmachen gezählt, und die laufenden Zahlen auch optisch mit dem Körper angezeigt. Die Mitmusiker richten sich nach diesen Zeichen um die gemeinsame Zeit zu finden oder zu halten. Der Dirigent zeigt dem ganzen Orchester über Handbewegungen den Takt, die Jazzer schauen auf den Fuß des Bassisten, und in Südindien werden mit den Händen über Klatschfiguren komplexe zusammengesetzte Metren wie 5er, 7er, 19er etc. angezeigt.

(ein kleiner Musikerwitz: wie geht ein Siebener? 1 2 3 4 5 6 7 ben)

## Workshop „krumme Metren“ / Tala-Zyklen

Zusammensetzung / Addition von Takten / Grade und Ungrade Zahlen,  
„Krumme/Ungrade Metren“, Spiel mit Zahlenketten

Kleinere Einheiten (2er und 3er) werden zusammengesetzt, so dass z.B. 5 er oder 7 er Takte entstehen. Dieses Prinzip ist universell, und kommt besonders im Balkan und in Indien vor. Sehr anschaulich ist die südindische Methode, „ungrade“, zusammengesetzte Metren mit Klatschern darzustellen:

### Talazyklen:

2 gleich: Klatsch Wink

3 gleich: KlatschKlatschWink (1 plus 2)

4 gleich: Klatsch-Kleiner-Ring-Mittel (Finger)

2+3 gleich 5

2+2+2 gleich 7

2+2+2+3 gleich 9

2+3+4 gleich 9

4+3+2 gleich 9

2+3+4+4+3+2 gleich 18 etc .....

es gibt auch:

3 bis 5 gleich Klatsch plus entsprechende Anzahl von Fingern (Kleiner ,Ring, Mittel, ...)

### „Formen zählen“:

Stückaufbau: Ordnung: größere Strukturen schaffen

Einzelne Takte werden zu größeren Einheiten zusammengefasst. Häufig in Päckchen zu 4 oder 8 Takten. Diese Päckchen werden dann wiederholt, oder durch neue ersetzt.

Besonders deutlich wird dies an der Zählweise der Tänzer, die Päckchen zählen, und an Stelle der ersten 1 das Takt-„Päckchen“ mitzählen: Die **Form** in Musikstücken ist häufig in Päckchen aus 4 Takten zusammengesetzt: 8 Takte: AB, 16 Takte AA BB, 12 Takte ABA, 32 Takte AABA .

## TänzerInnen zählen Takt-Päckchen

Ein Komponist der für Tanztheater schreibt, sagte dem Autor nach einer Tanztheatervorstellung: „Tänzer hören kaum auf die Musik, nur auf den Beat, ansonsten zählen sie“!

Bei der Taktzählweise der TänzerInnen wird anstelle der 1 die Anzahl der **Taktgruppen** und der **Formgruppe** mitgezählt: hier ein Beispiel für eine A B C D Form mit jeweils 4 Takten

1<sup>234</sup>

2<sup>234</sup>

3<sup>234</sup>

4<sup>234</sup>

2<sup>234</sup>

2<sup>234</sup>

3<sup>234</sup>

4<sup>234</sup>

3<sup>234</sup>

2<sup>234</sup>

3<sup>234</sup>

4<sup>234</sup>

4<sup>234</sup>

2<sup>234</sup>

3<sup>234</sup>

4<sup>234</sup>

## Rhythmen rechnen:

Auf grundlegende Regelmäßigkeit sich beziehende spannungsaufbauende/lösende wiederholbare Betonung/Form in der Zeit.

Rhythmen komponieren auf der Omele-Maschine oder mit dem Tortentakt, Trommeltisch, Rhythmuscomputer??? Loop-Disco! BitByteBeat oder Lochstreifenmaschine

OpapaOpapaOma (3+3+2=8 oder Betonung auf 1 2+ 4)

Rhythmus als divers betonte Regelmäßigkeit.

Ein in sich unregelmäßiges Muster lässt durch Bezug zum Grundpuls Spannung oder Ruhe entstehen, und wirkt durch Wiederholung.

## Bit-Byte-Beat:

Computer arbeiten mit Nullen und Einsen,

wie die Musik: Ja-Nein, Beat-Offbeat, Schlag-Kein Schlag

Mit den 8 Stellen eines Bytes kann man auch Rhythmen darstellen

Hierzu gibt es verschiedene Möglichkeiten:

Kids können Streifen ausmalen und abspielen.

Betonung: 10000000, 11000000, 11100000, 01010101, 10101010

# Zeiten zerteilen

**12 als magische musikalische Zahl:** 2,3,4,6 sind in 12 enthalten,

Vergleich zur Uhr

12 Fingerglieder: 3 und 4 je nach Leserichtung: Quer/Runter

## Die Hand als (musikalische)Rechenmaschine:

2 Hände, 5/10 Finger, 12 Fingerglieder, 4 Finger ohne Daumen, 3 Glieder pro Finger, Daumen als Zähler/Zeiger

## 2:3 und 3:4 etc im Takt: Polymetrik

Man kann auch verschiedene Takte/Metren gleichzeitig übereinander laufen lassen, so dass sie sich bei der Eins treffen. Das heißt das der gleiche Zeitraum in 2, 3,4 oder 6 Schläge aufgeteilt werden kann. Alle Aufteilungen beginnen mit der 1 ...

Durch die Gleichzeitigkeit verschiedener Metren entsteht Spannung: 12/8 Takt

## Tempo, Ton und Takt

### Geschwindigkeit von Schwingung gleich Tonhöhe oder Tempo:

In diesem Kapitel geht es um das Tempo von Schwingungen, wie es die Tonhöhe beeinflusst, und wie Musikinstrumente das Tempo von Schwingungen verändern.

80 Schwingungen pro Minute sind ein häufiges Grundtempo der Musik, 80 Schwingungen pro Sekunde machen einen (tiefen) Ton.

Jeder Klang / Ton wird stark verlangsamt zum Takt, jeder Takt wird sehr schnell zum Ton.

## Tonhöhe: Vom Klick zum Ton

(Anzahl von Schwingung pro Sekunde ergibt Tonhöhe)

Hoch und Tief gleich schnell und langsam

Tonhöhen werden mit Ereignissen pro Sekunde gerechnet, also viel, viel schneller als beim Takt. Bei entsprechendem Tempo wird also jedes periodische (regelmäßige) Ereignis zum Ton. Der klassische Kammerton A, ungefähr in der Mitte der Klaviertastatur gelegen, schwingt mit 440 Schwingungen pro Sekunde. Schnelle Schwingungen hören wir als hoch, langsame als tief. (Hörgrenzen ...) Galilei soll mit einem Messer an den Riffeln des Randes einer Münze entlang gestrichen sein. Schnell genug entsteht ein Ton, so wie wenn man mit dem Fingernagel über einen Kamm streicht, ein Lineal auf der Schulbank vibrieren lässt, oder ein Stück Pappe an den Speichen eines Fahrrades.

Aus der Anzahl von Einzelereignissen pro Umdrehung und der Anzahl von Umdrehungen pro Minute /Sekunde kann man dann die Anzahl von Ereignissen pro Sekunde errechnen, und damit die Hertz-Zahl.

Tonhöhen kann man messen, in ganzzahlige Verhältnisse bringen, verändern, in Harmonien schichten, Muster aus Tonhöhen erstellen, diese variieren und als Melodien reihen oder durch Obertöne mit Klangfarben versehen.