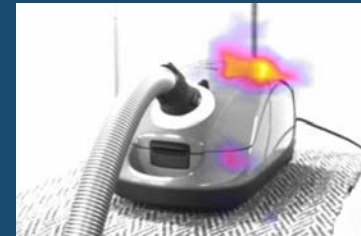


# Arraytechnologie und Beamforming

Einführung

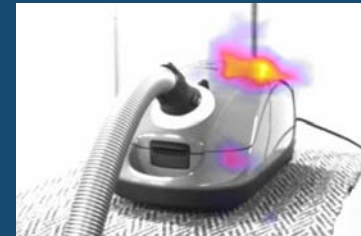


**Go aHEAD!**



# Arraytechnologie

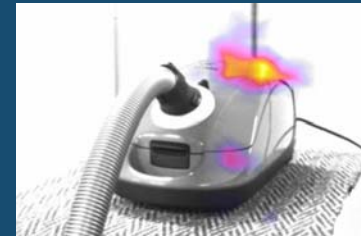
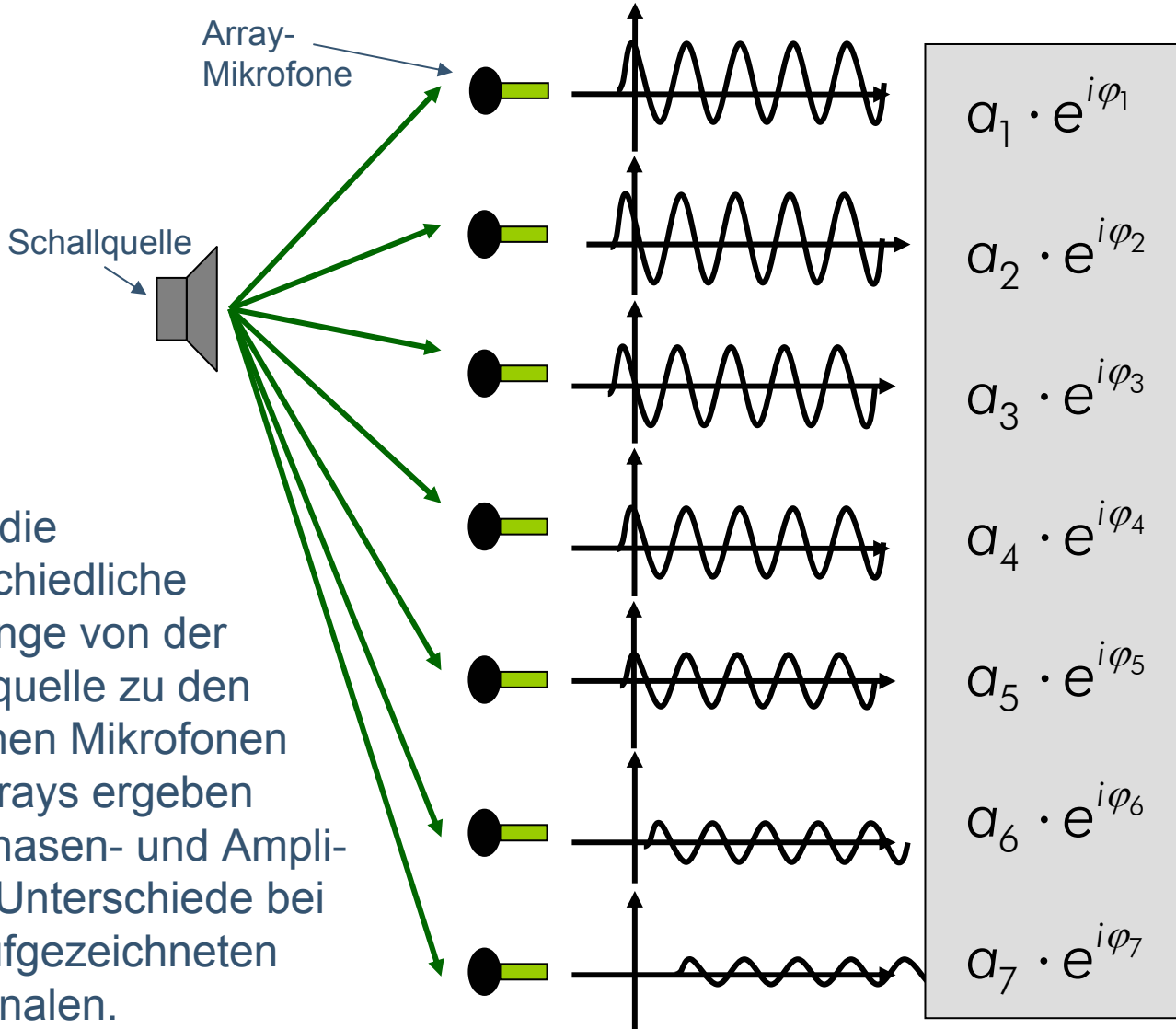
- Ein Mikrofonarray mit entsprechender Signalverarbeitung dient der Ortung von Schallquellen an Objekten.
- Mit Hilfe von Beamforming-Algorithmen werden Arrays zu elektronischen Richtempfängern für die Schallquellenlokalisierung mit guter örtlicher Auflösung.
- Das Lokalisationsergebnis ist insbesondere abhängig von den Array-Eigenschaften, wie die Array-Größe, die Anzahl der Mikrofone und die Anordnung der Mikrofone.



**Go aHEAD!**



# Beamforming Algorithmus

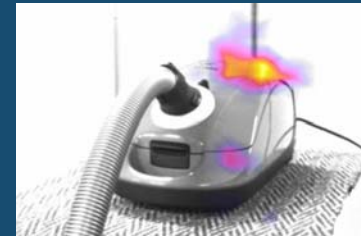


**Go aHEAD!**



# Beamforming Algorithmus

- Für verschiedene Punkte in einem definierten Abstand vor dem Array (Fokusebene oder auch Scanebene genannt) können die Phasen- und Amplituden-Unterschiede bestimmt werden. Mit Hilfe der berechneten Laufzeitunterschiede werden die Zeitsignale für jeden Punkt korrigiert.
- Durch das Aufsummieren der korrigierten Zeitsignale ergeben sich neue Zeitsignale, die den jeweiligen Scanpunkten vor dem Array zugeordnet sind (Delay-and Sum-Beamforming).
- Stimmen Quelle und Scanpunkt überein, ergeben sich Zeitsignale mit hoher Amplitude. Stimmen Quelle und Scanpunkt nicht überein, erfolgt eine falsche Korrektur, so dass die Zeitsignale sich beim Aufsummieren fast auslöschen.

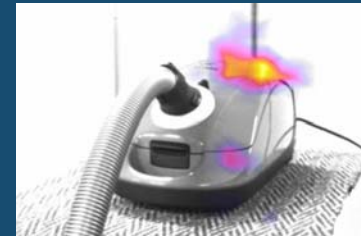
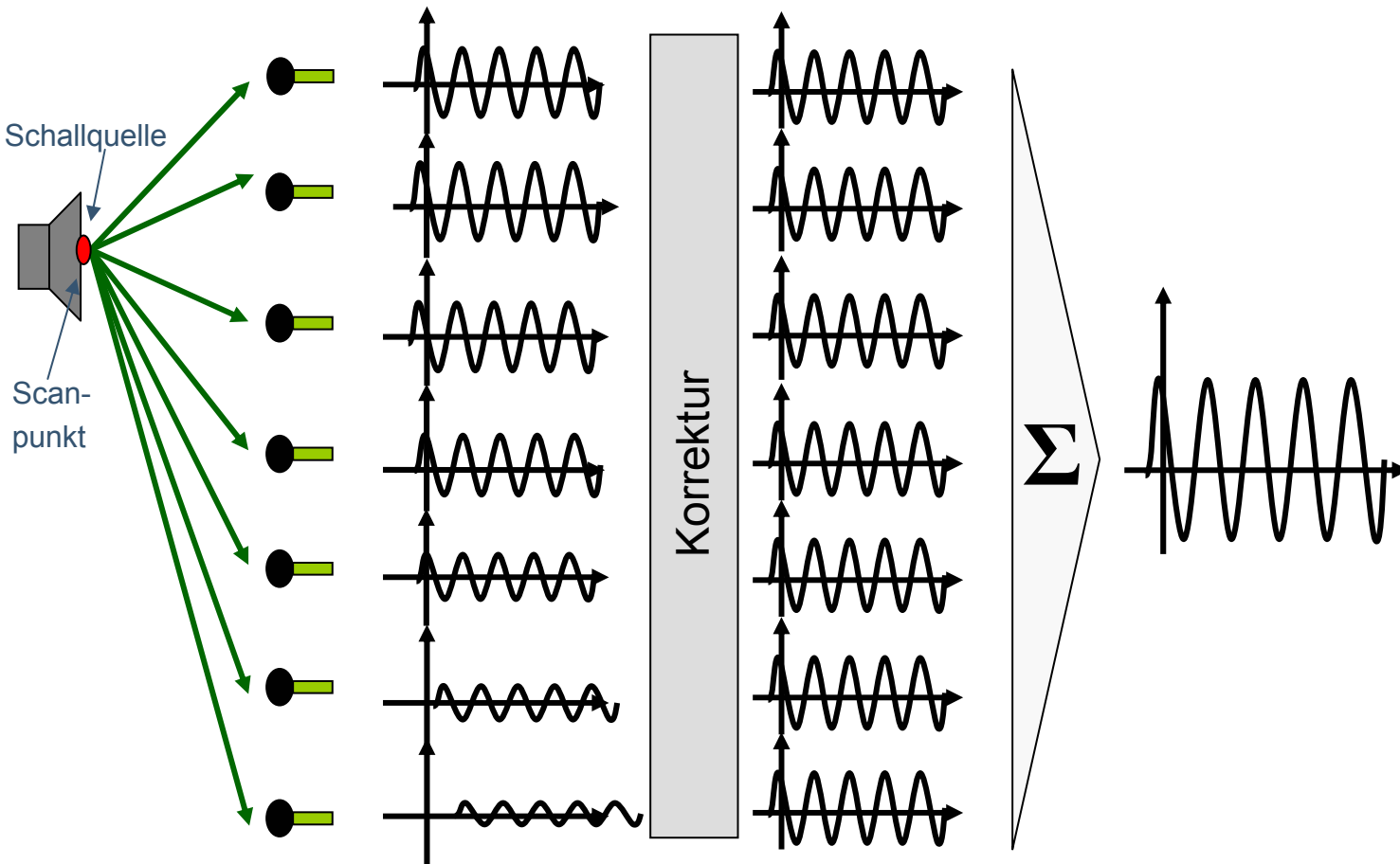


**Go aHEAD!**



# Beamforming: richtige Position

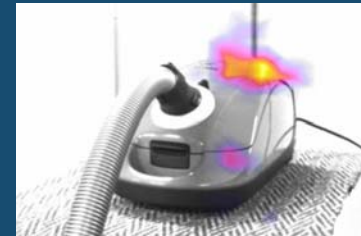
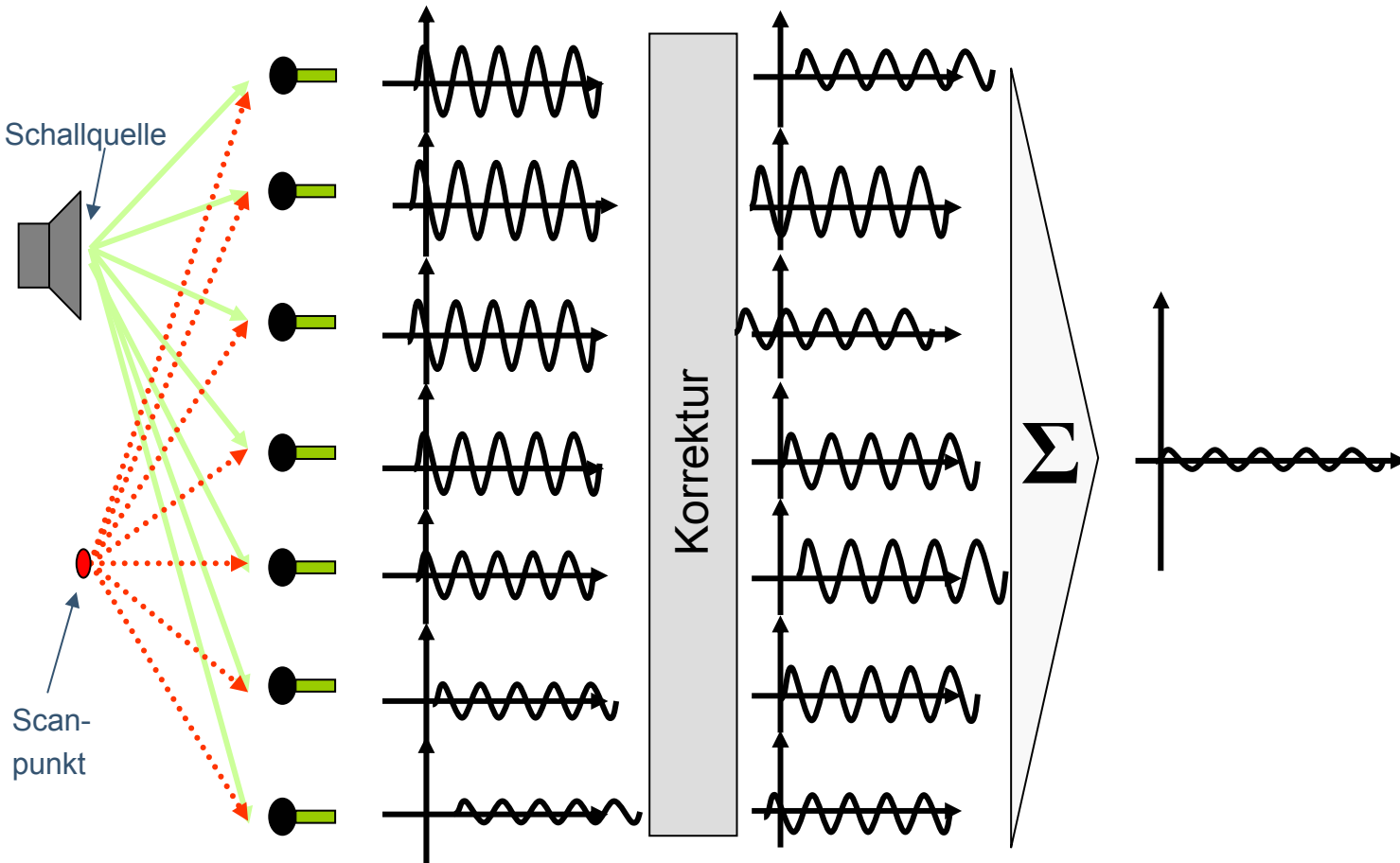
(Scanpunkt und Quellen stimmen überein)



Go aHEAD!

# Beamforming: falsche Position

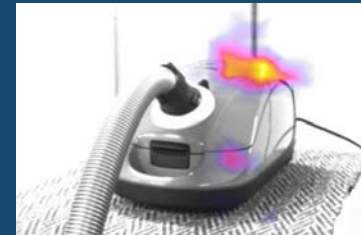
(Scanpunkt und Quellen stimmen nicht überein)



Go aHEAD!

# Darstellung

- Die den einzelnen Scanpunkten zugeordneten Zeitsignale können zum Beispiel einer Pegelanalyse unterzogen werden. Der Pegel kann dann als Farbe kodiert über ein Bild der Schallquelle gelegt werden.

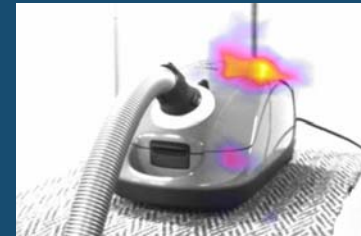


**Go aHEAD!**



# Array Größen

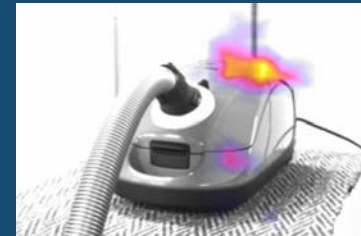
- Der Aufbau des Array beeinflusst den zur Verfügung stehenden Dynamikbereich und die Auflösung sehr entscheidend. Wichtige Größen sind:
  - die Apertur (maximale Ausdehnung des Arrays)
  - der minimaler Mikrofonabstand
  - die Anordnung der Mikrofone (z.B. Kreis, Spirale, Gitter)
- Auf der Basis dieser Größen kann für eine bestimmte Frequenz und einen vorgegebenen Abstand zwischen Quelle und Array die Array Response bestimmt werden. Aus dieser Kurve können dann der Dynamikbereich und die Auflösung abgelesen werden.



Go aHEAD!

# Dynamikbereich und Auflösung

- Der zur Verfügung stehende Dynamikbereich entspricht der Pegeldifferenz zwischen Haupt- und Nebenkeule der Arrayresponse-Funktion. Eine geringe Differenz führt zu Aliasing-Effekten (sogenannte „ghost images“). Wenn die Pegeldifferenz zwischen zwei Quellen größer ist als der Dynamikbereich, kann die leisere Quelle nicht lokalisiert werden.
- Die örtliche Auflösung des Arrays ist abhängig von der Hauptkeulenbreite der Arrayresponse-Funktion. Im Allgemeinen gilt, dass zwei Quellen getrennt werden können, wenn die Array Response um mindestens 3 dB abfällt.

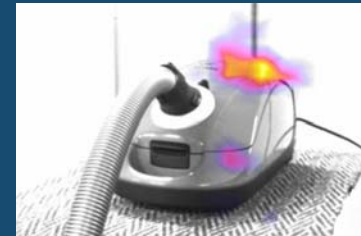


**Go aHEAD!**



# Abhängigkeiten

- größere Apertur                   =>       höhere örtliche Auflösung
- höhere zu untersuchende Frequenz                   =>       höhere örtliche Auflösung
- größere Apertur                   =>       gleiche Auflösung bei abnehmender Frequenz
- kleinerer Abstand zwischen Messobjekt und Array                   =>       höhere örtliche Auflösung
- kleinerer minimaler Mikrofonabstand                   =>       steigende obere Grenzfrequenz (darüber räumliches Aliasing)
- Der Dynamikbereich wird durch die Arraygeometrie festgelegt. Das theoretisch zu erreichende Maximum (für die Delay-and-Sum-Algorithmen) liegt bei ca. 14-16 dB.



**Go aHEAD!**

