

Wie blinde Menschen noch besser mit dem Gehör sehen können. Allgemeiner Teil.

15.12.2025 – ChatGPT Ergänzungen bezüglich Bionik Facettenauge am Ende des Dokuments.

Dokument 1 von 2. - Technischer Teil ist der 2.

Konzept-Vorschlag von Hans Ulrich Stalder ©.

11. Juni 2018. Projektstart war im Januar 2018.

Das Projekt wurde Ende September 2018 sistiert.

Die vorliegende Dokument-Version 8 wurde in Struktur und Schrift vornehmlich für blinde Menschen geschrieben.

Die Text-Sprachausgabe wurde vom Autor mit dem PDF-Reader Foxit revidiert.

1. Vorwort.

Hiermit wird ein Verfahren vorgestellt wie blinde Menschen zu mehr Selbstständigkeit gelangen. Primär wird eine Hindernis-Erkennung beim Gehen vorgestellt. Weiter wird dem blinden Menschen die räumliche Wahrnehmung in Gehrichtung ermöglicht. Dies beruht auf speziellen akustischen Signalen.

a) Die Bedeutung vom Hören.

Allgemein bekannt ist, dass gerade blinde Menschen besondere Hörfähigkeiten entwickeln. Dem wird Rechnung getragen. Das heisst, der Gehörgang ist für Aussengeräusche weiterhin durchgehend und das Hören über die Hörmuscheln und die Ohrknorpeln bleibt unverändert. Konkret heisst das, die benötigten Lautsprecher werden nicht im Gehörgang platziert. Dies sei hier vorweggenommen, die akustischen Signale sind Rauschen-Farben wie sie auch zur Beruhigungstherapie verwendet werden. In der Regel sind diese Rauschen-Farben dezent leise oder gar nicht vorhanden und erst bei Gefahr oder bei gewolltem Vorgehen dominierend. Zudem wird ein detektiertes Hindernis von dort wahrgenommen wo es sich tatsächlich befindet und nicht im Kopf mit den anderen Geräuschen von aussen.

b) Vom Hören zum Sehen.

Die Augen und der physische Hörkomplex sind zwar die Verbindung zur Aussenwelt, aber das eigentliche Hören und Sehen spielt sich im Gehirn ab. Die räumliche Wahrnehmung verpflanzt sich zum Beispiel über verschiedene Gehirnareale bis in den Seh-Cortex. Das heisst im vorliegenden Fall und etwas überspitzt formuliert, woher die im Seh-Cortex ankommenden Informationen für eine räumliche Wahrnehmung kommen ist diesem gleichgültig. Die Transformation vom Hören zum Sehen im räumlichen Seh-Cortex erfolgt intuitiv.

Man kann dies mit einer Art gewollter Halluzination vergleichen. Unbestritten ist, dass das Gehirn auch noch im Erwachsenenalter eine genügende Flexibilität und Plastizität hat um Hirnareale umzufunktionieren.

c) Zungenklicks und Klicksonar.

Zungenklicks machen sich blinde Menschen zu nutzen und betreiben eine aktive „bildgebende“ Echoortung. Klicksonar preist sein Produkt sinngemäss mit folgendem Text an: „Diese fortgeschrittene Form der aktiven Echoortung bedeutet aus dem zurückfallenden Echo eines scharfen Zungenklicks ein recht differenziertes Bild der Umgebung zu erhalten. Genau wie bei Sehenden, die im visuellen Cortex des Gehirns dreidimensionale Bilder erzeugen.“

Ist sich ein blinder Mensch schon an ein solches Produkt gewohnt, steht ihm nichts im Weg diese Technik zu intuitiver Distanzabschätzung weiterhin anzuwenden. Das vorliegende Konzept ist für allerlei Zusatzfunktionen offen, daher auch für die Generierung dieser Zungenklicks.

d) Allgemeine Hinweise zu diesem Konzept.

Das vorliegenden Konzept ist nicht nur eine Neuheit, sondern auch das zielgerichtete Zusammenfügen bereits Bekanntem, zum Beispiel mit der Blindenbrille-Ergänzung „MyEye“ von Jennifer Kietzke, Infrarot-Blindenbrille (Visor), Smartphone LED-Brille, usw. Dieses Konzept kann auch mit Hilfsmittel ergänzt werden, bei denen ein Restsehvermögen erforderlich ist, wie zum Beispiel beim Produkt „eSight“. Blinden Menschen ohne aufwendige Schulung eine räumliche Wahrnehmung und Identifizierung einzelner Gegenstände zu ermöglichen, ist das eigentliche Ziel. Nach einer kleinen theoretischen Einführung und einer kurzen Eingewöhnungsphase kann das System intuitiv benutzt werden. Somit verhält es sich wie das Sehen von Sehenden, da wird auch nicht alles Gesehene bewusst analysiert.

e) Benötigte Hardware-Komponente und deren Adaption.

Nur zwei Hardware-Komponente sind für dieses Konzept erforderlich, das sind ein Kopfhörer-System bei dem die Rauschen-Muster über die Backenknochen zum Gehör geleitet werden, zusammen mit einer speziellen Kamera-Brille die den Augenbereich frei hält und eine Anhängertasche mit Computer und dem Akku. Falls der blinde Mensch schon Hörhilfen benutzt, wird die bestehende Hörverlust-Kompensation in das vorliegende System integriert. Umgekehrt kann dieses System natürlich auch auf Cochleaimplantaten und Hirnstammimplantaten adaptiert werden.

f) Quellenhinweise und Hintergrundwissen.

Durch das Versäumnis sich alle Quellen zu notieren, wurde auf ein Verzeichnis verzichtet. Da dies keine wissenschaftliche Arbeit ist, möge man dem Autor vergeben. Das Meiste ist ohnehin bereits Allgemeingut und der Ursprung kaum mehr bekannt. Zudem braucht es heute nur wenige Klicks um im Internet zum Hintergrundwissen von hier Beschriebenem zu kommen. Einige Quellen hat sich der Autor wohlweislich aber notiert.

g) Noch drei kleine Ergänzungen.

Erstens, der Begriff „Blinde Menschen“ schliesst stark Sehbehinderte mit ein. Zweitens, Hörgerät-Systeme sind erweiterte aufgesetzte Bügel-Kopfhörer oder erweiterte Hinter-dem-Ohr-Hörgeräte. Für ein optimales Hören werden erweiterte Hinter-dem-Ohr-Hörgeräte angewendet. Für ein absolut ungestörtes Hören der Umgebungsgeräusche werden „Open-Ear“ Kopfhörer benutzt. Dabei werden die Rauschen-Informationen über die Wangenknochen übertragen. Drittens, Gehörsehen ist ein neuer Begriff und soll nur im Zusammenhang mit dem vorliegenden Konzept verwendet werden. Der Gehörsehende, damit sind auch weibliche Personen gemeint, ist die Person die diese Objekterkennungs-Hilfe benutzt.

h) Haftungsausschluss.

Für fehlerhafte Angaben und deren Folgen kann weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernommen werden. Ich distanziere mich hiermit ausdrücklich von allen Inhalten der verlinkten Seiten und mache mir diese nicht zu eigen. Änderungen vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort.....	1
a) Die Bedeutung vom Hören.....	1
b) Vom Hören zum Sehen.....	1
c) Zungenklicks und Klicksonar.....	2
d) Allgemeine Hinweise zu diesem Konzept.....	2
e) Benötigte Hardware-Komponente und deren Adaption.....	2
f) Quellenhinweise und Hintergrundwissen.....	3
g) Noch drei kleine Ergänzungen.....	3
h) Haftungsausschluss.....	3
2. Hinderniserkennung in Übersicht.....	5
2.1. Die allgemeine Hindernis-Erkennung.....	5
2.2. Die Rauschen-Muster, ihre Farben und ihre Verwendung erklärt.....	5
2.3. Der virtuelle Horizont, das H und die H-Schenkel.....	5
2.4. Der Wechsel der Rauschen-Farben im erweiterten H.....	6
2.5. Die drei Hör-Ebenen erklärt.....	6
2.6. Die Hindernis-Detektion erklärt.....	6
2.7. Ein Beispiel mit einem Hydrant auf dem Gehsteig.....	7
2.8. Das Ausloten vom Hydrant erklärt.....	7
2.9. Vom Modell der Lichtprojektion zur Reflexion.....	8
3. Das Gehörsehen mit Hörgeräten erklärt.....	8
3.1. Die Hörgeräte und der 3D Surround-Sound.....	8
3.2. Das erweiterte Rauschen-Muster wird zum Rauschen-Profil.	8
3.3. Ein Beispiel mit einem seitlichen Hindernis.....	9
4. Zusammenfassung als Listen-Punkte.....	9
5. Bionik.....	10
5.1. Was rechtfertigt die theoretische Facettenauge-Technik.....	11
6. Grundlage für die Weiterentwicklung vom System.....	12
6.1. Von der Schleiereule zum Facettenauge.....	12
6.2. Wie die Facettenaugen zu den Farbinformationen kommen.....	12
6.3. Wie sich das bewegte Bild bei Facettenaugen schärft.....	12
6.4. Analogie Gehör und Facettenauge.....	13
6.5. Von der äusseren Panorama-Ebene direkt in den Seh-Cortex.....	13
7. GPS Unterstützung, Objekt-Erkennung und Sprachausgabe.....	13
8. Ausblick.....	14
9. Abgrenzung zur Anwendung EyeMusic von Amir Amedi.....	14
10. Dokument Ende.....	14
11. ChatGPT Ergänzungen bezüglich Bionik Facettenauge.....	14

2. Hinderniserkennung in Übersicht.

Alles was frontal in den Fokus vom Detektion-System kommt wird mit Rauschen-Muster signalisiert. Das am nächsten detektierte Objekt bestimmt das Rauschen-Muster. Das kann die Strasse selbst sein, eine Person oder ein Gegenstand.

Primär wird für die Hindernis-Erkennung Ultra-Schall verwendet. Um aber auch bei Regen und Nebel eine Hindernis-Erkennung zu gewährleisten, werden die Ergebnisse mit Radar-Impulsen ¹ verifiziert.

2.1. Die allgemeine Hindernis-Erkennung.

In Gehrichtung und mit geradeaus Kopfstellung werden ab Augenhöhe und bei ebenem Boden Hindernisse in etwa vier Meter Entfernung detektiert. Die Breite der detektierten Bodenfläche beträgt bei diesem Abstand etwa zwei Meter. Eine seitliche Mauer mit einem Abstand von zirka einem Meter wird daher gerade nicht mehr detektiert. Die Tatsache, dass sich die Distanz von vorstehenden Objekten zum Gehsehenden verringert, ab Augenhöhe gerechnet, macht man sich hier zu Nutze.

2.2. Die Rauschen-Muster, ihre Farben und ihre Verwendung erklärt.

Unterschiedliche Rauschen-Muster werden durch Farb-Bezeichnungen voneinander unterschieden. Die hier verwendeten Rauschen-Farben sind Blau, Weiss, Rosa und Braun. Für die Hinderniserkennung werden lediglich diese vier Rauschen-Farben verwendet. Die Rauschen-Farben Blau und Rosa stehen in diesem Konzept für weiter entfernte Hindernisse. Die Rauschen-Farben Weiss und Braun stehen für näher gelegene Hindernisse. Zwischen diesen beiden Bereichen liegt ein virtueller Horizont. Diese Konstruktionen dienen primär dazu Hindernisse in Gehrichtung festzustellen.

2.3. Der virtueller Horizont, das H und die H-Schenkel.

Frontal gesehen verläuft zwischen den vorderen und hinteren Rauschen-Farben der virtueller Horizont. Auf welcher Höhe dieser effektiv liegt, ist abhängig von der Kopf-Stellung. Man projiziert gedanklich aus Augen-Höhe den Buchstabe H auf den Boden. Generell gilt, das projizierte H folgt in allen Richtungen der Kopfposition. Für nachfolgende Betrachtungen wird der Querstrich über beide Seiten-Schenkel vom H verlängert. Dieser verlängerte Querstrich ist der effektive virtuelle Horizont.

¹ Inxpect SpA, LBK System v1.0 Juni 2018

2.4. Der Wechsel der Rauschen-Farben im erweiterten H.

Innerhalb vom H wechselt über den virtuellen Horizont das blaue zu weissem Rauschen. Ausserhalb vom H wechselt über den virtuellen Horizont das rosa zu braunem Rauschen. Über die oberen Seiten-Schenkel gibt es ein Wechsel von blauem auf rosa Rauschen und umgekehrt. Über die unteren Seiten-Schenkel wechseln die Rauschen-Farben von weissem auf braunes und umgekehrt. In einem Satz zusammengefasst, die Rauschen-Farben wechseln bei jedem Strich-Übergang vom erweiterten H.

Fazit, es sind die Übergänge die eine genaue Lokalisierung von Objekten ermöglichen. Dazu muss noch gesagt werden, dass zwischen den beiden Schenkel vom H eine weitere mittlere Trennlinie verläuft. Das heisst, der innere Teil vom H hat zwei getrennte Bereiche ohne Rauschen-Farben Wechsel. Festgestellt wird ein Übergang der mittleren Trennlinie durch einen kurzen Rauschen-Unterbruch. Dadurch können die Ränder von Objekten genauer bestimmt werden. Das sei hier vorweggenommen, weitere solche Trennlinien können stufenlos und individuell eingefügt werden, das letztlich in einem Facettenauge ähnlichem Sehen resultiert.

2.5. Die drei Hör-Ebenen erklärt.

Generell wird in dieser Dokumentation von drei Hör-Ebenen gesprochen. Das normale Hören ist diejenige Ebene die sich im Kopf abspielt. Da wird allgemeines Hören sowie die Sprache im Hör-Cortex analysiert und verarbeitet. Daher wird hier diese Ebene als

„**Abstrakte Hör-Ebene**“ bezeichnet.

Dort wo sich das räumliche Hören in Form von Rauschen-Farben abspielt, nämlich als ausserhalb vom Kopf wahrgenommen, wird dies als „**Panorama-Ebene**“ bezeichnet.

Zwischen den beiden erwähnten Ebenen ist die „**Facettenauge-Ebene**“. Hier werden Farbinformationen auf die Positionen der Waben eingespielt. Mehr dazu am Ende dieser Dokumentation.

2.6. Die Hindernis-Detektion erklärt.

Ein frontales Hindernis wird durch eine bestimmte Rauschen-Farbe in die Panorama-Ebene eingespielt. Mit nicken und anheben vom Kopf kann Anfang und Höhe vom Hindernis festgestellt werden. Seitliche Abgrenzungen werden durch schwenken vom Kopf festgestellt.

Das folgende Beispiel erläutert wie ein blinder Mensch die frontale Umgebung mit diesem System wahr nimmt.

2.7. Ein Beispiel mit einem Hydrant auf dem Gehsteig.

Schreitet ein blinder Mensch geradeaus schauend auf dem Gehsteig, wird der Boden detektiert und es wird ein leises weisses Rauschen in die Panorama-Ebene eingespielt. Wird der Kopf nur ein ganz wenig angehoben, verschwindet das Rauschen vollständig. Behindert nun zum Beispiel ein Hydrant das Gehen, der nur noch etwa vier Meter entfernt ist, wechselt die Stille in der Panorama-Ebene zu blauem Rauschen. Dieses Rauschen wird mit einer definierten Bandbreite in der frontalen Panorama-Ebene gehört.

2.8. Das Ausloten vom Hydrant erklärt.

Mit senken vom Kopf wechselt das blaue Rauschen wieder zu weissem Rauschen, da jetzt nur noch der Boden detektiert wird. Der Punkt vom Übergang der Rauschen-Farben markiert den ungefähren Hydrant-Fuss. Die Kopfstellung beim Rauschen-Wechsel zwischen geradeaus schauend und der Nick-Stellung gibt intuitiv Aufschluss über den Abstand zum Hydrant.

Mit anheben vom Kopf wechselt zuerst das weisse Rauschen wieder zu blauem Rauschen. Mit weiterem anheben vom Kopf wechselt das blaue Rauschen zu weissem Rauschen, vorausgesetzt der Bereich vom blauen Rauschen liegt schon über dem oberen Hydrant-Ende. Mit weiterem anheben vom Kopf verschwindet auch das weisse Rauschen, da nichts mehr detektiert wird. Der Übergang von blauem zu weissem Rauschen und der Übergang vom weissen Rauschen zu keinem Rauschen mehr, zeigt das obere Ende vom Hydrant an. Das heisst, der eingeschränkte weisse Bereich wurde über die Höhe vom Hydrant angehoben. Die Kopfstellung zwischen geradeaus schauen und dem angehobenem Kopf gibt bei den Rauschen-Wechsel intuitiv Aufschluss über die Höhe vom Hydrant.

Anmerkung: Die Erklärungen lassen das Ganze kompliziert erscheinen, dem ist aber nicht so. Wenn man Fahrrad lernen müsste auf Grund von einer Beschreibung wo steht was wann mit dem Lenker zu machen ist im Zusammenhang mit der Gewichtsverlagerung, wird das sofort unendlich kompliziert. Durch das Üben macht man mit der Zeit alles intuitiv. So ist es im vorliegenden Fall auch.

Mit seitlichem schwenken vom Kopf wird die seitliche Ausdehnung vom Hydrant festgestellt. Dabei wechselt das blaue Rauschen zu rosa Rauschen und beim Zurückschwenken vom Kopf wieder zu blauem Rauschen. Oder aus dem weissen Rauschen heraus zu braunem Rauschen und beim Zurückschwenken vom Kopf wieder zu weissem Rauschen. Dieses Prinzip gilt für beide Seiten. Hier gibt die abgedrehte Kopfstellung beim Rauschen-Wechsel intuitiv Aufschluss über die Breite vom Hydrant. Mit zusätzlichem seitlichen Abknicken vom Kopf erfolgen möglicherweise andere Rauschen-Wechsel Farben. Das Prinzip bleibt aber dasselbe.

2.9. Vom Modell der Lichtprojektion zur Reflexion.

Die vielen Ungefähr-Angaben rühren daher, dass für eine vereinfachte Darstellung eine Lichtprojektion benutzt wurde. In Wirklichkeit beruht das was die Rauschen-Farbe ausmacht aber auf einer Reflexion der ausgesendeten Signale. Die Reflexionen verhalten sich aber unterschiedlich. Sie sind abhängig von Form und Oberfläche-Beschaffenheit eines Objekts, zudem auch noch von der Parametrisierung der Programme.

3. Das Gehörsehen mit Hörgeräten erklärt.

3.1. Die Hörgeräte und der 3D Surround-Sound.

Beim Gehörsehen sind die Schnittstellen, Gehör zu Gehirn, die beiden Hörgerät-Systeme, das können konventionelle Hörgeräte, Bügelkopfhörer oder „Open-Ear“ Kopfhörer sein. Wird auf ein Hindernis zugegangen, wird wie eingangs erwähnt, ein spezielles Rauschen das auch ein Abstands-Gefühl vermittelt, in die Hör-Systeme eingespielt. Dieses Rauschen spielt sich als ausserhalb vom Kopf wahrgenommen ab. Ermöglicht wird dies durch den 3D Surround-Sound. Um ein optimales Hörerlebnis zu haben muss das Hörgerät für den 3D Surround-Sound einmalig mit dem Hörgerät-Träger kalibrierte werden. Wird in "Blickrichtung" eine Abstands-Meldung zum Hindernis gesprochen, hat bei bewegten Objekten die gesprochene Kollisions-Warnung Priorität. Das Rauschen im 3D Surround-Sound wird in keinem der Fälle unterbrochen.

3.2. Das erweiterte Rauschen-Muster wird zum Rauschen-Profil.

Wenn frontal ein Hindernis detektiert wird, wird blaues oder braunes Rauschen in die Mitte der Panorama-Ebene eingespielt. Seitlich festgestellte Hindernisse werden in der Panorama-Ebene ebenfalls seitlich mit rosa oder braunem Rauschen akustisch wahrgenommen. Das heisst, durch nicken und drehen vom Kopf kann so ein räumlicher Eindruck erreicht werden. Stille bedeutet, dass sich in „Blickrichtung“ keine Hindernisse befinden. Gegebenenfalls wird das Rauschen durch festgelegte Rauschen-Muster erweitert, zum Beispiel als Indikatoren für Gräben, Stufen und freie Sitzplätze in Bus oder Bahn. Alles zusammen ergibt ein Rauschen-Profil das als kontinuierliches, oder aber als zitterndes oder getaktetes Rauschen in die Panorama-Ebene eingespielt wird. Dem Rauschen überlagerte und zeitlich versetzte Obertöne können zusätzliche Informationen transportieren.

3.3. Ein Beispiel mit einem seitlichen Hindernis.

Geht ein blinder Mensch einer Mauer entlang aus der auf der linken Seite ein seitliches Hindernis auf Kopfhöhe herausragt, erklingt in der Panorama-Ebene ein zitterndes rosa Rauschen. Das zitternde rosa Rauschen bedeutet, dass das Hindernis nicht am Boden steht. Mit ausweichen nach rechts verschiebt sich das rosa Rauschen weiter nach hinten und wechselt dann in der linken Panorama-Ebene zu brauenem Rauschen. In Gehrichtung verschwindet alsdann das rosa Rauschen. Das angezeigte Hindernis verschiebt sich nun akustisch in der Panorama-Ebene weiter nach links-hinten und wird letztlich nur noch als schwaches Rauschen wahrgenommen, bis zur seitlichen Stille.

4. Zusammenfassung als Listen-Punkte.

- Objekte werden vornehmlich mit Ultra-Schall detektiert.
- Festgestellte Objekte werden generell durch Rauschen indiziert.
- Blaues Rauschen weist auf Objekte in „Blickrichtung“ hin.
- Akustisch wird dies in der Panorama-Ebene gehört und resultiert im Gehirn als räumliche Wahrnehmung.
- Die verwendete Detektieren-Technik erfordert keine intellektuellen Anstrengungen.
- Die angewandte Technik verwendet nur vier verschiedene Rauschen-Farben.
- Der Benutzer hört die Rauschen-Farben in 3D Surround-Sound-Technik.
- Objekte werden in der Richtung gehört wo sie sich befinden, vorne oder seitlich vom Kopf.
- Die Lautstärke vom Rauschen zeigt die relative Entfernung zum Objekt an.
- Das System ermöglicht es dem Benutzer um ein Hindernis herum zu gehen.
- Mit nicken und anheben vom Kopf können obere und untere Objekt-Ränder festgestellt werden.
- Mit schwenken vom Kopfe können seitliche Objekt-Ränder festgestellt werden.
- Eine Sprachausgabe ermöglicht das Lesen von geschriebenem Text, zum Beispiel bei abgespeicherten Strassenkarten oder über die Kamera-Brille auch von normal Geschriebenem.
- Die Sprachausgabe kann Personen oder Objekte benennen, kann aber auch für individuelle Zwecke verwendet werden.
- Das System ist optimiert für Hörgeräte, funktioniert aber auch mit „Open Ear“ oder gewöhnlichen Stereo-Kopfhörer.
- Das erweiterte H kann stufenlos bis zur Facettenauge-Technik wechseln.
- Eine Infrarot-Kamera kann freie Sitzplätze in Bus und Bahn feststellen.
- Die intuitive Handhabung stellt sich schon nach kurzer Zeit ein.

5. Bionik.

Angewendet werden die Techniken der Fledermaus, nämlich Ultraschall aussenden und detektieren, sowie die der Schleiereule bezüglich akustische Ortung. Etwas komplexer ist die Erklärung warum blinde Menschen möglicherweise wie mit Facettenaugen sehen werden können. Dazu muss man zirka 550 Millionen Jahren zurück gehen, in die Zeit wo die Natur Licht sensitive Zellen entwickelte. Dabei hat sich die Pax6-Gen-Familie durchgesetzt und ist in allen Wirbeltieren noch vorhanden, demnach auch im menschlichen Genom. Entgegen früherer Meinungen ist das menschliche Auge keine kontinuierliche Entwicklung über hunderte von Millionen Jahren, sondern hat sich mit etwa vierzig anderen Licht sensitiven Systemen in einer sehr frühen Phase parallel entwickelt. Dagegen ist das Hören eine junge Errungenschaft der Natur. Erst vor zirka 260 Millionen Jahren hatten erste Wirbeltiere Hörsysteme. Das sich dabei die Natur generell an die Übertragungstechnik vom Facettenauge (Komplexauge) anlehnt, spricht für ein bewährtes System.

Wie wird nun die Brücke vom Hören zum Sehen mit Facettenaugen geschlagen? Dies wird wie folgt begründet. Beim Gehör wird das Wahrgenommene als Einzelimpulse übermittelt und im Gehirn zusammengesetzt. Die Übertragungstechnik beim Hören entspricht somit dem eines Insekts mit Facettenaugen. Evolutionär betrachtet ist diese Methode im menschlichen Genom noch vorhanden. Wie bereits erwähnt, verpflanzt sich eine räumliche Wahrnehmung über verschiedene Gehirnareale bis in den Seh-Kortex. Beim menschlichen Auge wird das Wahrgenommene, im Gegensatz zum Gehörten, als Bild übermittelt. Das heisst, das graphische Muster wird ab Thalamus an das Gehirn übertragen. Daher kann die Übertragungstechnik vom Auge bis in den Thalamus, genauer bis zu den seitlichen Kniehöcker, nichts zum Sehen mit Facettenaugen beitragen. Dagegen ist es wahrscheinlich, dass die seitlichen Kniehöcker und die medialen Kniehöcker (der Hörbahn) Informationen austauschen können (alle diese Verbindungen sind reziprok. ²).

2 Jochen Fahrenberg, Neurobiologische Grundlagen. Ergänzung vom 28.10.2018

5.1. Was rechtfertigt die theoretische Facettenauge-Technik

(Nachtrag vom 25. September 2018)

- die Facettenauge-Technik kann trainiert werden (vom Groben zum Kleinen);
- das einfachste „Sehen“ sind markante Helligkeitsübergänge, analog den Rauschen-muster Veränderungen beim erweiterten „H“, resp. den Wabenränder;
- das Abbild der Fovea, das ist der Ort des schärfsten Sehens auf der Netzhaut, werden in den seitlichen Kniehöcker vom Thalamus stark verzehrt (auseinandergerissen) und an den Seh-Kortex weitergeleitet, das heisst, die Informationen der 120 Millionen Sinneszellen pro Auge werden auf das Wichtigste reduziert weitergegeben - hier entsprechend den Helligkeitsübergängen bei den Waben vom „scanning“, sowie der Erinnerung vorhergehender Helligkeitsübergängen, welche zusammen den Facettenaugen entsprechen;
- der mediale Kniehöcker ist Umschaltstation der Hörbahn mit nur einigen Millimeter Abstand zu den seitlichen Kniehöckern - da ist eine Informationsüberlaufung (Afferenz) gut vorstellbar;
- über den Thalamus (eff. über sensorische Thalamuskern für Sehen, Hören und Schmecken) werden Gehirnregionen verbunden, daher auch der Auditive Kortex mit dem Seh-Kortex sowie mit bereits gemachten Erfahrungen;
- das Pax6-Gen für Facettenaugen, ist auch im menschlichen Genom noch vorhanden und kann möglicherweise aktiviert werden, nämlich durch:
 - finden und Einschaltung vom Facettenauge-Gen (demethylieren);
 - ein „biologisches“ Einschalten über Hormon-Ausschüttungen ³, nämlich durch Anlagerung einfacher chemischer Markierungen, sogenannter Methylgruppen, an unsere Erbsubstanz, die wie ein Schalter die Aktivität von Genen nachhaltig verändern, ist aber eher wahrscheinlich.

3 In umgekehrter Analogie zu „Wenn Gene „demethylieren“ ist Vermutlich unter anderem das Hormon Cortisol, das bei Stress vermehrt ausgeschüttet wird, schuld daran (Professorin Katharina Domschke, Ärztliche Direktorin am Universitätsklinikum Freiburg)“.

6. Grundlage für die Weiterentwicklung vom System.

6.1. Von der Schleiereule zum Facettenauge.

Gemäss der Quellen über die Schleiereule besteht die Möglichkeit die räumliche Wahrnehmung, Richtungsmerkmale und die Intensitätsmerkmale um Bruchteile von Sekunden versetzt an das Trommelfell zu senden. Auf die Panorama-Ebene bezogen, wäre das beim Bewegen vom Kopf eine sehr kurze Abfolge von Lautstärke veränderten und zugleich Rauschfarben wechselnder Rauschpaketen.

Zitat aus Spektrum der Wissenschaft: „Wir haben herausgefunden, dass das Eulengehirn die verschiedenen räumlichen Merkmale der Hörreize nicht auf einmal, sondern in einer erstaunlichen Folge von Einzelschritten ermittelt und schliesslich kombiniert: Informationen über Laufzeit und Intensität werden unabhängig voneinander in parallelen Nervenbahnen verarbeitet, die erst sehr spät konvergieren. Höchstwahrscheinlich erfolgt eine solche binaurale, daher beidohrige Verknüpfung bei Säugern, so auch beim Menschen, auf ganz ähnliche Weise.“ Zitat Ende.

Auf dieses Konzept bezogen, könnten sehr kurze Rauschen-Pakete mit unterschiedlicher Intensität und Rauschen-Farbe in die Panorama-Ebene eingespielt werden. Was da letztlich im Seh-Cortex ankommt ist so etwas wie die Sicht mit einem grobmaschigen Facettenauge.

6.2. Wie die Facettenaugen zu den Farbinformationen kommen.

Wird festgestellt, dass das menschliche Gehirn auch sehr kleine Waben verarbeiten kann, können diesen zusätzlich zum Rauschen die Farbinformationen überlagert werden. Die Farbinformationen liefert eine Kamera-Brille. Diese Farbinformationen werden in Pieps-töne umgesetzt und in der Facettenauge-Ebene in die Positionen der Waben eingespielt. Die Frequenzzuordnung lehnt dabei sich an die Regenbogen-Farben an. Diese gehen von dunkel-violett, violett, dunkelblau, hellblau, grün, gelb, orange bis rot. Keine Farbinformation bedeutet weiss oder unbestimmt. Die Pieps-Töne überstreichen das Frequenz-Spektrum von zirka 1000 Hertz bis 3000 Hertz. Möglicherweise kann unter Anwendung „Binauraler Beats“ ⁴ die Hörbelastung durch Pieps-Töne verringert werden.

6.3. Wie sich das bewegte Bild bei Facettenaugen schärft.

Bei einem ruhenden Bild hat ein Facettenauge eine verminderte Auflösung. Gemäss einem Artikel von Spektrum.de kann ein Insekten-Gehirn aus einem bewegten Bild eine höhere Auflösung konstruieren. Wird nun der Kopf bewegt, ist das dasselbe, wie wenn sich das Objekt bewegt.

⁴ Sebastian Roszböck (Mag. Phil.). Ergänzung vom 28.10.2018

6.4. Analogie Gehör und Facettenauge.

Durch die Kopfbewegungen nehmen wir Audiosignale jeden Moment etwas anders wahr, nämlich immer in Bezug zur jeweiligen Kopfposition. In dieser Beziehung ist das menschliche Gehör dem Facettenauge eines Insekts ähnlich. Wie bereits erwähnt, werden in beiden Fällen die Signale an die nachgeschalteten Neuronen „einzeln“ übertragen und zu einem Bild zusammengesetzt. Ob das menschliche Gehirn auch zustande bringt, ist zwar noch nicht bestätigt aber es besteht zumindest eine Wahrscheinlichkeit.

6.5. Von der äusseren Panorama-Ebene direkt in den Seh-Cortex.

Gemäss GEO 12/2017 ist das Gehirn zu weit mehr fähig als bisher angenommen. Der Artikel „Vom Dunkel ins Licht“ weist beeindruckend darauf hin. Kinder die jahrelang nie etwas gesehen haben, müssen nach einer Augenoperation das Sehen zwar zuerst lernen, letztlich kommen die Informationen aber im Seh-Cortex vom Grosshirn an. Es besteht daher Hoffnung für Gehörsehende, dass sich mit der Zeit die Hirnareale neu verknüpfen und das künstliche Rauschen vom restlichen Gehörten abgetrennt wird. Das heisst, das künstliche Rauschen welches sich in der Panorama-Ebene abspielt, wird nicht mehr als Hören wahrgenommen sondern als bildliche Seh-Information im Seh-Cortex gesehen.

7. GPS Unterstützung, Objekt-Erkennung und Sprachausgabe.

Grundsätzlich funktioniert das System auch ohne GPS-Unterstützung. Mittels GPS kann der Computer aber ein räumliches Bild vom detektierten Objekt zusammenstellen und dieses abspeichern. Jedes räumlich aufbereitete Objekt wird in regelmässigen Abständen mit einer Objekt-Datenbank abgeglichen. Wird eine Übereinstimmung festgestellt wird ein Hinweis gesprochen. Zum Beispiel „Bodenmarkierung für Blinde erkannt“, „Mensch erkannt“, „Pflanze erkannt“, „Person mit Leuchtjacke erkannt“ oder „Tisch mit Sitzbank erkannt“. Bei längerem fokussieren vom Hindernis wird zudem eine Abstands-Angabe gesprochen. Diese Funktion kann auch abgeschaltet werden. Jede Sprachmeldung wird in der abstrakten Hör-Ebene wahrgenommen.

8. **Ausblick.**

Dem blinden Menschen soll mittels dreidimensionalem Sehen eine räumliche Orientierung ermöglicht werden. Im Nahbereich sollen Gegenstände abstrakt festgestellt werden können. Das heisst, den räumlichen Eindruck möglichst authentisch über das Gehör an das Gehirn weiterzugeben ist anzustreben um letztlich ein möglichst feinmaschiges Sehen zu bewirken. Weiter kann auch darüber nachgedacht werden die Rauschen-Farben über die Knorpeln hinter dem Ohr einzuspeisen. Mit einem Cochlea-Implantat würde das Trommelfell und das Innenohr ganz ausgeschlossen werden und das Sehen via die Rauschen-Farben wäre wie ein zusätzliches Auge.

9. **Abgrenzung zur Anwendung EyeMusic von Amir Amedi.**

Die Anwendung EyeMusic hat eine andere Stossrichtung und ist weder vergleichbar noch Konkurrenz.

10. **Dokument Ende.**

Ggf. bewusst angehängte Leerseite um eine gerade Gesamtseitenzahl zu erreichen.

11. **ChatGPT Ergänzungen bezüglich Bionik Facettenauge.**

Chatverlauf

Du:

Kann eine vormenschliche DNA, z.B. das Facettenauge, sich auch in der heutigen DNA vom Menschen befinden?

ChatGPT:

Kurz gesagt: **Ja – aber nicht als „fertige alte Bauteile“, sondern als umfunktionierte genetische Baupläne.**

Etwas ausführlicher und sauberer erklärt:

Keine alten Organe, aber alte Gene

In der heutigen menschlichen DNA gibt es **keine Gene, die direkt ein Facettenauge oder andere vormenschliche Organe „codieren“**. Menschen hatten nie selbst Facettenaugen, sondern stammen von gemeinsamen Vorfahren ab, die sehr viel weiter zurückliegen.

Was es aber sehr wohl gibt, sind **extrem alte, konservierte Gene**, die schon bei sehr frühen Tieren existierten und heute **für ganz andere Dinge genutzt werden**.

Das klassische Beispiel: das *PAX6*-Gen

- *PAX6* steuert die **Augenentwicklung**.
- Es kommt bei Insekten, Tintenfischen, Mäusen **und Menschen** vor.
- Das verrückte Detail:
Setzt man das menschliche *PAX6*-Gen in eine Fruchtfliege ein, kann dort ein **Facettenauge** entstehen.

Das heisst:

Nicht das Auge selbst ist „gespeichert“, sondern der grundlegende Entwicklungsschalter.

Evolution recycelt

Evolution arbeitet wie ein Bastler:

- Alte Gene bleiben erhalten
- Sie werden **neu kombiniert, abgewandelt** oder **anders reguliert**
- Die gleichen Gene können völlig unterschiedliche Strukturen hervorbringen

Deshalb gilt:

- Kein verborgenes Facettenauge im Menschen 🦋
- Aber **genetische Werkzeuge**, die schon vor hunderten Millionen Jahren existierten

Warum das wichtig ist

Das zeigt:

- Alle komplexen Tiere sind **genetisch tief verwandt**
- Grosse Unterschiede entstehen oft **nicht durch neue Gene**, sondern durch **neue Nutzung alter Gene**
- Entwicklung (Embryologie) ist mindestens so wichtig wie Mutationen

Wenn du willst, können wir auch über:

- „Atavismen“ (z.B. Schwanzansätze)
- Warum Menschen keine Kiemen bekommen
- Oder wie Embryonen evolutionäre Spuren zeigen

– sag einfach Bescheid.

Ende - ChatGPT kann Fehler machen.