

# *Ein paar Überlegungen zur Zukunft*

von Stefan J.W. Marti

Ein Beitrag für den «IBM Leonardo da Vinci-Wettbewerb» 1994/95,  
Kategorie Essay

## **Inhalt**

### **1. Teil: Die Voraussetzung: «Omnipräsentes universales digitales Netz» .....S. 2-3**

Als vermutetes Fernziel die *logische Vernetzung aller auf digitaler Basis arbeitender Dinge*, sowie gleichzeitig *Digitalisierung aller nicht-digitalen Dinge*, auch der biologischen Systeme wie der Mensch.

### **2. Teil: Nachteile von zukünftiger Mobilkommunikation und Miniaturisierung. Partieller Lösungsansatz: *Stilles Sprechen\** .....S. 3-5**

Dieses ermöglicht einerseits ohne «gesprächs-akustische Umweltverschmutzung» zu telefonieren, hebt andererseits sprachliche Kommunikation auf ein telepathie-ähnliches Niveau.

### **3. Teil: Nachteile des heute bekannten Konzeptes von *Virtual Reality*. Partieller Lösungsansatz: *Semipermeable Virtual Reality\** ..... S. 5-10**

Diese eliminiert viele Nachteile der heute bekannten VR durch eine Reduktion auf subjektive visuelle Einblendung von virtuellen Gegenständen oder alphanumerischen Daten direkt ins menschlichen Sehfeld, ausgelöst drahtlos durch «kommunikative» Objekte.

Die mit \* bezeichneten Konzepte sind ausdrückliche Eigenentwicklungen des Autors!

# 1. Teil:

## Die Voraussetzung: «omnipräsentes universales digitales Netz»

Sehr viele massgebende Leute scheinen folgenden Grundsatz zu haben – bewusst oder unbewusst:

*Ziel aller technologischen Entwicklungsbemühungen ist eine komplette logische Vernetzung aller auf digitaler Basis arbeitender Dinge. Gleichzeitig angestrebt wird die Digitalisierung aller nicht-digitalen Dinge, auch der biologischen Systeme wie der Mensch. «Digitalisierung» meint hier eine maximal mögliche Anbindung des Nicht-Digitalen an das Digitale.*

Das heisst, ich vermute, dass die Integration aller heutigen Dienste und Netze in einem universellen digitalen Kommunikations-, Informations- und Datennetz angestrebt wird. Die Unterscheidung zwischen Daten-, Bild- und Sprachkommunikation wird ja schon in naher Zukunft eine reine Frage der Endgeräte. In diesem universellen Netz, welches nicht nur drahtgebunden ist, sondern auch drahtlos, werden alle heute denkbaren digitalen Kommunikations- und Informationsmodalitäten stattfinden. Von den mikro- zu den makroskopischen digitalen Verbindungen, alle sollen aufeinander abgestimmt werden. Von den Verbindungen zwischen Prozessor und RAM, zwischen Computer und Peripheriegeräten, zwischen benachbarten Computersystemen bis zur interkontinentalen Vernetzung und zu Satelliten: Alle digitalen Dinge, von mikroskopischen Maschinen aus der Nanotechnologie über «normale» Prozessoren zu ganzen Computernetzen, werden verbunden sein über ein logisch einheitliches Netz. Dieses Netz stellt den Aber-Milliarden von digitalen Entitäten absolut variable Bandbreiten zur Verfügung, entsprechend ihren unterschiedlichen Bedürfnissen. Die meisten modernen Technologien beherbergen ja schon heute Digitaltechnik zur Steuerung, doch die wichtige Neuerung wird sein, dass alle diese Gegenstände nun auch *selbständig* miteinander in Kontakt treten können.

Was hat das nun für konkrete Folgen? Es bedeutet, dass fast jedes grosse und auch kleine Ding unserer Welt, welches der Mensch baut, einen mehr oder weniger mikroskopischen Chip enthält, der über dieses universale Netz Kontakt zu allen anderen Dingen hat. Bei heutigen Maschinen ab der Grösse eines Taschenrechners sind wir uns das ja schon gewöhnt: Welches Gerät mit einer Prozessorsteuerung hat nicht zumindest die Option einer Schnittstelle nach draussen? Oftmals auch schon drahtlos, wie die Funk-LANs und Laptops mit Modacom-Funknetzanschluss zeigen. Es geht aber weiter: Diese Integrierung von extrem miniaturisierter, offener und «kommunikativer» Digitaltechnologie verhilft auch ganz gewöhnlichen Dingen zu unglaublichen Leistungen, so dass man ihnen dann durchaus eine gewisse Intelligenz zusprechen darf. Man bedenke die Möglichkeiten einer Verkehrsampel, die genau Bescheid weiss über die aktuellen Verkehrs- und Strassenverhältnisse und Kontakt mit jedem Auto in ihrer Nähe hat, welches wiederum seinen Weg und die Dringlichkeit der Fahrt mitteilen kann; eines Herzschrittmachers, der genau über die Gewohnheiten seines Trägers informiert ist und Kontakt hat mit seinem Arzt; eines Bettes, das über die Schlafgewohnheiten und den Terminkalender des Schläfers informiert ist und diesen sanft aber bestimmt wecken kann; ein Aktenkoffer, welcher sich automatisch mit den wichtigen Informationen über den aktuell geplanten Tagesablauf versorgt; aber auch eine Batterie, ein Schreibgerät, ein Walkman usw. – alle diese Dinge erhalten durch ihre interaktive Anbindung an den restlichen «elektronischen Kosmos» eine gewisse Intelligenz.

Und was ist mit dem Menschen selbst? Selbstverständlich wird man versuchen, auch ihn als «altmodisches biologisches Gerät» teilhaben zu lassen an diesem digitalen Universalnetz, wir können es zeitgenössischer auch *Cyberspace* nennen. Dieses Teilhaben des Menschen geschieht einerseits sicher über das normale menschliche Sensorium wie Augen und Ohren. Inwiefern aber biologische Systeme auch *direkt* an digitale Netze angebunden werden können ist eine interessante Frage – nicht nur technologisch und biotechnologisch, sondern auch ethisch.

Auf jeden Fall wird der Mensch sich eine Möglichkeit einfallen lassen müssen, sich in diesem von ihm geschaffenen, aber abstrakten und daher etwas unwirtlichen Cyberspace zurechtzufinden. Die Visualisierung von digitalen Daten in einer 3D-Virtual Reality ist sicher eine vielversprechende Möglichkeit. Es fragt sich aber, inwieweit der Mensch diesen Cyberspace sich selbst anpasst, seinen Gewohnheiten, die Welt zu sehen, zu hören und zu erleben, also dreidimensional und materiell. Oder ob *er* sich seinen digitalen Geistern, die er rief, anpasst und von seinem bisherigen, in Jahrmillionen von der biologischen Natur entwickelten Wesen, abstrahiert und sich sein Geist zu dematerialisieren – oder vielleicht aktueller: zu virtualisieren beginnt!/? Zu diesem Problem später noch mehr.

Schauen wir uns zuerst ein paar interessante Details dieses Szenarios an:

## 2. Teil:

### **Nachteile von zukünftiger Mobilkommunikation & Miniaturisierung. Partieller Lösungsansatz: *Stilles Sprechen*\***

Im Zusammenhang mit **zukünftiger Mobilkommunikation** ist das Konzept des *Universellen Mobilten Telekommunikationssystem*s (UMTS) sicher bekannt. Trotzdem ein paar Stichworte: Die totale Erreichbarkeit des Menschen, von überall nach überall und jederzeit, in jeder Lebenssituation (auch im Flugzeug), unabhängig von Landesgrenzen. Einbezug unterschiedlichster öffentlicher und privater Netze, Techniken und Betreiber, inklusive schnurlosen Heimanschlüssen, Natel- und Satellitennetzen. Eine Vielfalt von Endrichtungen, darunter handliche und kleine Geräte ähnlich heutiger Handys. Neben dem Fernsprechen soll auch Datenkommunikation und Teledienste wie Telefax, Farbfax, Bildfernsprechen, Bewegtbildübermittlung möglich werden.

Doch: Was handeln wir uns mit dieser Option «Telekommunikation überall und jederzeit» ein? Wie gehen wir z.B. damit um, dass die Menschen hier und auf der anderen Seite des Globus nicht zur selben Zeit schlafen? Wird es – unter der Voraussetzung, dass wir es schaffen werden, die heute doch noch sehr verbreitete «Anrufbeantworter-Phobie» in den Griff zu kriegen – einen Aufschwung der Sprachspeichersysteme intelligenter Art geben? Ein Anruf zu nachtschlafener Zeit würde nicht nur aufgezeichnet, sondern auch mittels Spracherkennung *inhaltlich* analysiert. Entscheidet der intelligente Anrufbeantworter, dass der Grund des Anrufes genügend wichtig sei, um die Nachtruhe des Angerufenen zu stören, dann erst ertönt die Klingel! Ein weiteres Problem: Wir sprechen heute und höchstwahrscheinlich auch nicht in Zukunft nicht alle dieselbe Sprache. Eine automatische Sprachübersetzung wäre also praktisch: Ich spreche Schweizerdeutsch mit einem Japaner, interaktiv und synchron. Nun, dann wird man ja sicher die Charakteristik der synthetischen

Stimme bestimmen können. Was wählt man dann? Darf ein Mann eine Frauenstimme benutzen, um sympathischer zu erscheinen? Oder die Stimmen von Prominenten? Kuriose bis pikante Probleme tauchen auf, die uns an die heute schon aktuellen (Identitäts-) Probleme von MUDs (interaktive Computerspiele mit reinen Texten auf dem Internet) erinnern.

Weiteres praktisches Problem im Zuge der **Miniaturisierung**: die Bedienbarkeit von miniaturisierten Geräten. Dazu die heute schon oft gestellte Gretchenfrage: Wie klein darf denn ein Consumer-Kommunikationsgerät wie etwa ein Natel sein?? Erste intuitive Antwort von Pager- und Organizer-Benützern: nicht so klein, dass man es dauernd verlegt... Ernsthaft: Eigentlich unendlich klein, nur die Schnittstelle zum Menschen muss erhalten bleiben, und zwar so komfortabel wie möglich. Aus praktischen Gründen am einfachsten und intuitivsten ist eine Steuerung über die Sprache selbst: der Zuruf einer Nummer oder eines Namens sollte beim Telefon genügen. Das ist heute schon teilweise verwirklicht. Die grössten Komponenten eines zukünftigen Telefones dürften also schlussendlich Mikrofon und Ohrhörer sein. Die logisch kleinstmögliche Kombination dieser beiden Komponenten ist ein kleiner Stöpsel im Ohr, der zugleich den Schall der Sprache über den Schädelknochen im Ohr aufnimmt, d.h. der gesamte Telefonhörer ist im Ohr *drin*. (Ein solches Gerät ist bereits zur Marktreife entwickelt worden.) Das eigentliche Telefon müsste dann nur noch so miniaturisiert werden, dass es am Handgelenk getragen werden kann oder sogar ebenfalls im Ohrstöpsel Platz findet. Nach der Tastatur erübrigt sich natürlich auch das Display, da Rückmeldungen wie «Batterie erschöpft » von einem Sprachsynthesizer generiert und direkt ins Ohr eingespielen werden.

Manch einer fragt sich nun sicher, ob eine solche Vereinfachung des Telefonierens nicht ziemlich katastrophale Folgen für die menschliche Gesellschaft haben wird: Nehmen wir an, jeder Mensch dieser Erde ist mit einem am Handgelenk oder im Ohr montierten «Kommunikations-Computerchen» ausgestattet und kann handfrei und (so UMTS will...) immer und überall kommunizieren. Wird man da nicht oftmals seine unmittelbaren Mitmenschen stören, indem man «vor sich hinredet» d.h. telefoniert, ohne dass mit den anwesenden Mitmenschen gesprochen wird? Einen Vorgeschmack auf diesen Zustand vermitteln uns die in fast jeder (!) Lebenssituation auftretenden Natel-Telefonierer. Einer solchen «gesprächs-akustische Umweltverschmutzung» könnte man entgegenwirken mit einer von mir vorgeschlagenen Erfindung: das **Stille Sprechen**. Das Prinzip besteht darin, dass das Sprechen ohne Stimmbänder-Verwendung hörbar gemacht wird. Wird also ein Wort «gesprochen» ohne die Stimmbänder zu gebrauchen, dann verändern sich ja trotzdem die Form und Grösse der Mundhöhle, die Kiefer- und Lippenposition usw. Würde man diese Grössen mittels Sensoren erfassen – beispielsweise die Form und Grösse der Mundhöhle durch miniaturisierte Ultraschallsender und -sensoren auf einem Zahn – dann ist es einem angeschlossenen Computer nach einer gewissen Lernzeit vielleicht möglich, die entsprechenden Laute in Echtzeit zu synthetisieren. Die so erzeugte Sprache könnten nun zum Telefonieren verwendet werden. Zusammen mit extrem miniaturisierten Endgeräten entsprechend dem oben erwähnten Telefon im Ohr könnte also überall telefoniert werden, ohne dass die anderen Leute durch unzusammenhängendes Geplapper gestört würden. Lediglich die Mundbewegungen würden verraten, dass sprachlich telekommuniziert wird. Denkbar wäre, dass die Original-Stimme des Sprechers erzeugt wird, oder aber eine Stimme einer ganz anderen Person! Zur Kontrolle für den Stillen Sprecher könnte die erzeugte Stimme noch in seinem eigenen Ohrhörer wiedergegeben werden. Diese Form der Spracheingabe, verbunden mit einer uneingeschränkten, weltumspannenden Telekommunikation über UMTS

sowie einem sprachgesteuerten Computer in der Ohrmuschel, kommt frappant in die Nähe einer *telepathieähnlichen Kommunikation* – technisch verwirklicht!

Die Anwendung von Stilem Sprechen ist natürlich nicht nur auf reine Sprachkommunikation beschränkt, im Gegenteil: auch ganz normale Tastatureingaben können damit gemacht werden. Da die Sprache vor der Synthetisierung ja zuerst erkannt werden muss ist die Umwandlung von gesprochener Sprache in Text sozusagen ein Abfallprodukt. Das wäre doch eine dezente und elegante Spracherkennung, nicht wahr?

Selbstverständlich gäbe es auch beim Stillen Sprechen zuerst eine Menge von Fragen zu klären, beispielsweise die etwas ketzerische, inwiefern unser Gehirn denn überhaupt *multitasking*-fähig ist!? Ist es möglich, sprachlich zu kommunizieren und parallel dazu eine weitere Arbeit zu erledigen, bzw. kommt dann überhaupt noch etwas Sinnvolles heraus?

### 3. Teil:

#### **Nachteile des heute bekannten Konzeptes von Virtual Reality. Partieller Lösungsansatz: *Semipermeable Virtual Reality*\***

Kommen wir zu einem weiteren Aspekt unserer Zukunft, der mit dem oben Beschriebenen aber eng zusammenhangen wird. Ich gehe davon aus, dass das Konzept der *Virtual Reality* (VR) bekannt ist. Es kann als eine Erweiterung des abstrakten *Cyberspace* betrachtet werden. VR ist ein Weg für Menschen, mit Computern und extrem komplexen Daten visuell zu interagieren. VR bedeutet eine veränderte Beziehung zwischen Mensch und Computer, ein anderes Interface als die heute üblichen Tastaturen und Maus.

Ich will hier aber nicht die Hoffnungen und Vorteile von VR beschreiben, sondern die bis jetzt kaum erwähnten Gefahren:

1. *Manipulierbarkeit*: Der Mensch in VR ist beliebig manipulierbar, da alles von den verwendeten Programmen abhängt, u.a. auch die Wirkung der menschlichen Eingaben. Mögliche Lösung: Strenge gesetzliche Vorschriften über einige wenige standardisierte Steuerbefehle, und vor allem «Notausgänge» aus der VR.

2. *Zersetzung der menschliche Identität*: Bei vollkommener und länger andauernder «Verschmelzung» von Operator und Maschine, beispielsweise bei Robotersteuerungen, könnte etwas vom Menschen «verloren» gehen. Mögliche Lösung: Vorschriften über die Intensität im Verhältnis zur Dauer von Anbindung von Menschen an Maschine. Nicht gelöst werden und wohl auch kaum zu reglementieren wären die Identitätsprobleme, die auf uns zukommen werden: Wie schon heute im *Cyberspace* werden wir in Zukunft mit der ernsthaften Tatsache konfrontiert werden, dass wir je länger je weniger wissen, wer wir eigentlich sind. Denn gerade in einer VR kann man sich in alles denkbare verwandeln.

3. *Für Menschen ungewohnt*: Wenn kein Unterschied mehr von Simulation und Wirklichkeit erkennbar ist, dann fallen angeborene menschliche Hemmschwellen wie z.B. die Tötungshemmung. Mögliche Lösung: Vorschriften über Strafmassnahmen bei gefährlichen Handlungen in VR, d.h. Handlungen, welche Menschen in der Realität gefährden würden, z.B. durch obligatorische leichte Schmerzzufügung, wenn eine Waffe abgefeuert wird? (Eine solche Forderung dürfte aber praktisch nicht durchsetzbar sein.)

4. Die *Suchtgefahr* ist frappant: Der Mensch in VR wird zum ewiggelücklichen Akteur eines Videogames, und es gibt dann keinen Grund mehr, in die Realität zurückzukehren. Denn in einer virtuellen Welt gibt es keine Bindung, keine Verantwortung und kein Risiko. Die immense Suchtgefahr basiert auf der Attraktivität von VR, welche so zusammengefasst werden kann:

- Es gibt keine theoretischen Grenzen, weder physikalische noch moralische.
- Die VR ist individualistisch: Ich kann in meiner eigenen Welt leben und sie beliebig manipulieren – unabhängig von allen anderen Menschen.
- Prinzipiell ist alles vorhersehbar: Keine unverständlichen Menschen oder Ereignisse. Das trifft natürlich nur zu, solange die VR entsprechend konfiguriert wurde; auf Wunsch wären pseudzufällige Ereignisse sehr wohl möglich.

Und hier nun mein Vorschlag, wie das Konzept der VR erweitert werden könnte und dadurch viele der oben erwähnten Nachteile eliminiert würden. Ich nenne diesen von mir entwickelten Vorschlag zur sinnvollen Nutzung des VR-Konzeptes *Semipermeable Virtual Reality*.

Ich gebe der VR, wie sie heute propagiert wird, keine allzu grosse Chance: Sie ist zu abgehoben und auch zu gefährlich, da wir die reale Welt wortwörtlich aus den Augen verlieren. Mehr Zukunft gebe ich der im folgenden beschriebenen «Abart» von VR, welche ich mal **semipermeable VR** (SVR) nennen möchte (siehe auch Illustrationen 1 und 2): Es ist die subjektive visuelle Einblendung von virtuellen Gegenständen oder alphanumerischen Daten direkt ins Sehfeld. Entweder über eine spezielle, leichte Sonnenbrille mit halbdurchlässigem Stereo-Integralbildschirm oder über Kontaktlinsen als Träger von Projektionen, oder mittels zweier, die Netzhaut direkt stimulierender Laser. Der Sinn: Der Träger eines solchen Systems kann sich Texte oder Figuren dreidimensional in das Sehfeld einblenden lassen. Der extrem miniaturisierte Computer, der diese Einblendungen veranlasst, wird beispielsweise am Handgelenk getragen oder im Brillenrand integriert. Er steht in Funkkontakt zu allen anderen Objekten (Geräte, Personen) bzw. deren Computersteuerungen, die etwas mitteilen wollen. Ein Beispiel: Ein technisches Gerät, das man bedienen möchte, lädt man ein, seine Bedienungsanleitung in unserem Sehsystem «einzublenden». Das geht folgendermassen: Wir gehen auf das Ding zu, und ab einer gewissen Distanz werden in unser Sehfeld automatisch an gewissen Stellen Texte eingeblendet, z.B. «Das ist der Einschaltknopf», «Hier wird die Geschwindigkeit erhöht». Das ist ähnlich der Tool Tips neuerer Anwendersoftware: Wird mit der Maus auf einen Button gezeigt, dann erscheint nach kurzer Zeit beim Mauszeiger ein kleiner Kommentar dazu. Nun stehen die Einblendungen aber nicht auf dem Bildschirm, sondern im subjektiven dreidimensionalen Raum! Schaut man also auf ein bestimmtes Bedienungselement eines realen Dinges (Schalter, Hebel, usw.), dann erscheint in unserem Sehfeld unmittelbar unter der entsprechenden Stelle ein Kommentar dazu eingeblendet. Wenn wir den Kopf ein klein wenig drehen, dann bleibt der Kommentar im Sehfeld natürlich am Bedienungselement «kleben». Wir können also um das Gerät herumgehen und die Texte bleiben wie kleine virtuelle *Post-It-Zettelchen* an den entsprechenden Stellen kleben! Es müssen natürlich nicht nur Texte sein, denkbar wären auch Grafiken, Animationen oder sogar dreidimensionale Videoeinspielungen: z.B. ein kleines Männchen, das entsteht, wenn wir ein reales Bedienungselement in den Fokus unseres Blickfeldes nehmen (feststellbar durch das Ausmessen unserer Sehbewegungen sowie der Absolutpositionsbestimmung unserer Augen), und eventuell noch zusätzlich mit der Hand darauf zeigen. Es erklärt uns dann in ein paar Worten, was man mit dem Bedienungselement bewirken kann. Ein anderes Beispiel: Wir

fahren Auto. Plötzlich wird uns am unteren Rand unseres Sehfeldes eine Staumeldung eingeblendet. Das kommt daher, dass wir an einem Verkehrsfunknetz angeschlossen sind, d.h. auf diese Informationen abonniert sind, und unser Einblendungscomputerchen kann über Funk die entsprechenden Daten dekodieren und in unser Sehfeld einblenden. (Man erinnere sich an die Möglichkeiten eines universalen digitalen Netzes.)

Solche animierten Einblendungen können auch Menschen sein, aus einem Videobild ausgestanzt (Bluebox, also kein Hintergrund) oder dann per Computer virtuell erzeugt. Einblendungen, welche eine höhere Priorität haben oder bewusst angewählt worden sind, müssen nicht nur am Rande des Sehfeldes erscheinen, sondern können Gesichtsfeld-füllend sein: genau so, wie wenn eine reale Person vor uns stehen würde. Das wäre dann die ultimative Telekommunikation! Ähnlich einer Halluzination, aber nicht zufällig, sondern eine bewusste und erwünschte Einblendung von Texten, Animationen und dreidimensionalen Bewegtbildern!

Wenn nun mehrere Menschen dasselbe Objekt betrachten, welches Informationen für mögliche visuelle Einblendungen «von sich gibt», dann ist es ohne weiteres möglich, dass das jeweilige virtuelle Objekt, welches an sich eine subjektive visuelle Einblendung ist, von mehreren Personen *gleichzeitig* gesehen werden kann. Die jeweiligen Einblendungscomputerchen der anwesenden Menschen erzeugen dann – je nach Position der Augen und der Blickrichtung der einzelnen Menschen – unterschiedliche Perspektiven des virtuellen Objektes. Denkbar ist also ein Gerät, welches Informationen für die Erzeugung eines virtuellen Objektes von sich gibt, z.B. für eine virtuelle Skulptur. Stehen nun mehrere Personen um diese Installation herum, dann sehen sie alle dieselbe dreidimensionale Skulptur, jeweils aus einer anderen Perspektive.

Es ist auch nicht so, dass uns heutigen Menschen so eine Überlagerung von (kleinen) Fremdbildern über das normale Sehfeld fremd wäre. Denn wir alle sind uns das Schauen in den Rückspiegel eines Autos gewohnt: auch das stellt ein Bild im Bild dar, eine Information von anderer Stelle, eine virtuelle Sicht. Ähnlich sind die vorher beschriebenen Bild-Einblendungen auch nicht stabil bezüglich unserem *Sehfeld*, sondern bleiben stabil bezüglich der *Umwelt*. Sie sind nicht immer «unten links», sondern wenn man den Kopf genügend wegdreht verschwinden sie aus dem Sehbereich. Natürlich sind auch Einblendungen möglich, welche stabil bezüglich unserem Sehfeld sind, z.B. alphanumerische Zeit- oder Temperatureinblendungen immer oben links oder wo wir sie gerade hinplatzieren wollen.

Selbstverständlich sind *alle* Einblendungen mit einem einzigen gesprochenen Befehl ausblendbar, um z.B. in einer wichtigen Situation nicht abgelenkt zu werden durch diese virtuellen Objekten. Es muss nicht einmal ein gesprochener Befehl sein, ev. auch eine kleine Bewegung wie z.B. das Berühren eines bestimmten Zahnes mit der Zunge.

Sicherheitsvorschriften wären unerlässlich, damit diese virtuellen Objekte in unserem Sehfeld uns nicht zu stark ablenken oder zu falschen Handlungen verleiten. Denkbar wäre zum Beispiel, dass alle diese Objekte eine gewisse visuelle Transparenz haben müssen, damit sie von realen Objekten zuverlässig unterschieden werden können. Man denke nur daran, dass virtuelle Abschränkungen böse Unfälle bewirken können, wenn man sie für echt hält und sich daran festhalten will. Positive Beispiele gibt es natürlich auch: Gehen wir z.B. auf ein Gerät zu, das radioaktiv strahlt oder ausschwenkt oder auch nur unvorhersehbare Bewegungen ausführen muss (Roboterarm oder mobiler Roboter), dann kann uns dieses

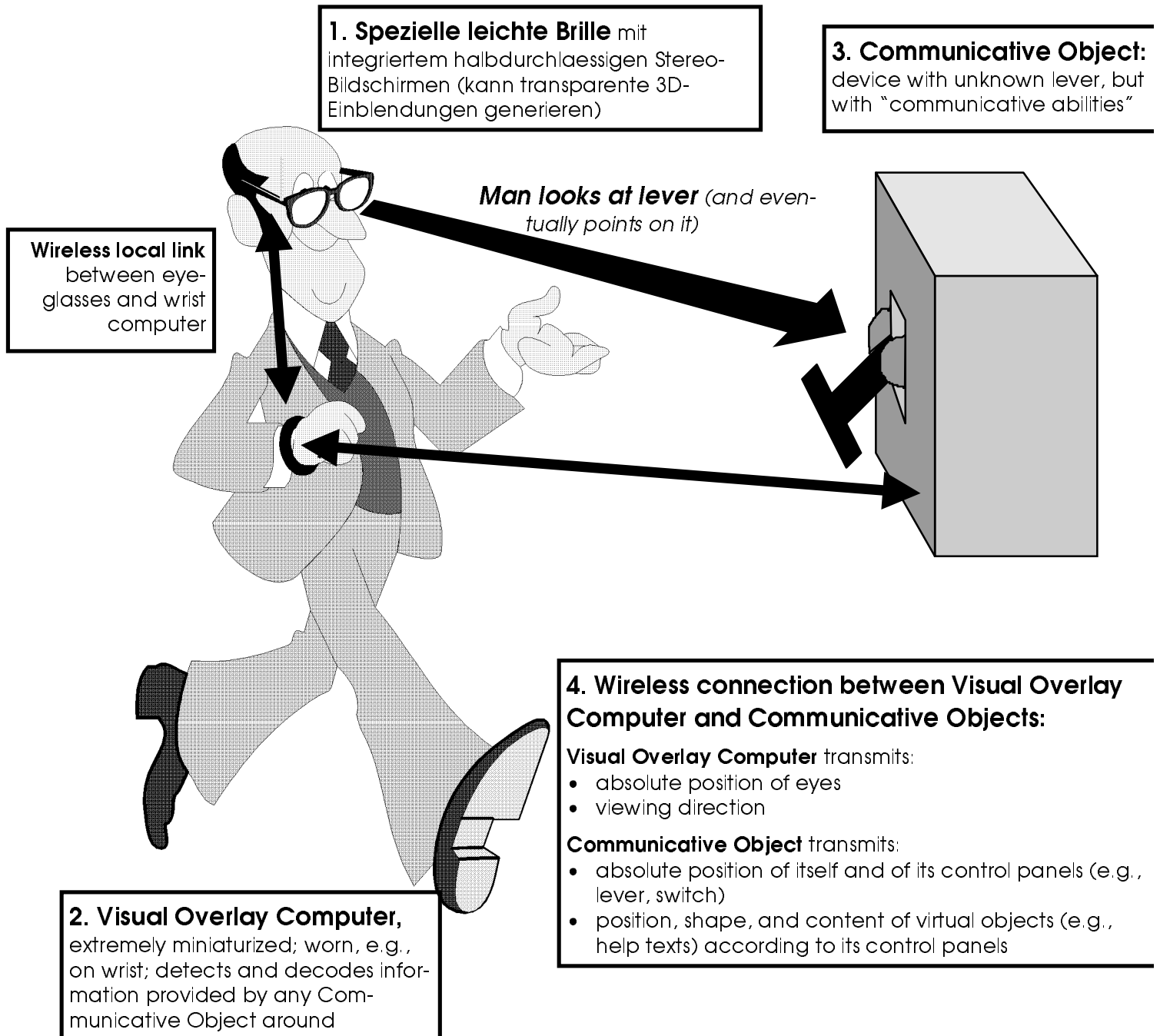
Gerät auf einer Notfrequenz unserem Einblendungscomputerchen Informationen senden, so dass dieses in unserem Sehfeld eine grellfarbige dreidimensionale Barriere im richtigen Abstand zum Gerät erzeugen kann, inklusive einer Animation an entsprechender Stelle, welche uns wörtlich «vor Augen führen» soll, dass wir uns in einer potentiell gefährlichen Situation befinden.

Im folgenden zwei Abbildung zur Illustration des Konzeptes semipermeable VR.



# Das Konzept der Semipermeablen Virtual Reality

Abbildung 1: Wie es von aussen aussieht.



# Das Konzept der Semipermeablen Virtual Reality

Figure 2: How the same situation looks to the user.

**Subjective Virtual Object,**  
as seen by user: transparent, superimposed on the view of the real world

