

## 25. Kapitel

# Telemanipulation und virtuelle Realität

*Barbara Deml und Berthold Färber*

### *1 Einführung und Anwendungsfelder*

Das ingenieurpsychologische Interesse der Telemanipulation gilt der Betrachtung eines speziellen Mensch-Maschine-Systems, bei dem zwischen dem menschlichen Benutzer und der ausführenden Maschine eine Barriere liegt. Diese Barriere entsteht immer dann, wenn der Arbeitsraum dem Benutzer nicht zugänglich ist. Dies ist bei Arbeiten im Weltraum, auf dem Meeresboden oder in verstrahlten Bereichen in Atomkraftwerken der Fall. Denkbar ist aber auch, dass der Einsatzraum für einen menschlichen Operateur zu klein ist, wie das in der minimal invasiven Chirurgie oder in der Mikromontage der Fall ist (Bejczy, 2002; Sheridan, 2002).

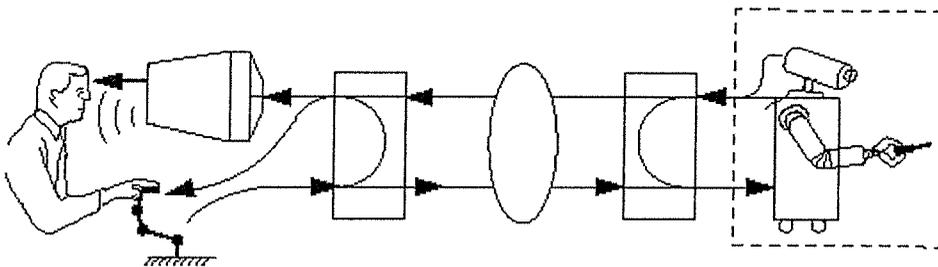
*Telemanipulationssysteme* bestehen aus drei Komponenten, die stark vereinfacht eine Fernsteuerung beschreiben: einem Telearbeitsplatz, einem Rechnersystem und einer Ausführungseinheit (Abb. 1). Der Telearbeitsplatz besteht mindestens aus einem hochleistungsfähigen optischen Ausgabesystem sowie einem Eingabegerät. Mit Hilfe des Rechnersystems können die Kommandos des Benutzers an das räumlich getrennte Ausführungssystem weitergeleitet werden. Dieses verfügt über Effektoren, um Eingaben auszuführen, sowie über Sensoren, um Signale aufzunehmen. Der menschliche Arbeitsplatz wird auch als „Master“ bezeichnet und das Ausführungssystem als „Slave“.

Bei der *virtuellen Realität* besteht das Mensch-Maschine-System nur aus der menschlichen Ein- und Ausgabeseite sowie einem Rechnersystem. Im Unterschied zur Telemanipulation fehlt die Ausführungseinheit und alle Ausgaben sind lediglich simuliert. Virtuelle Umgebungen finden sich nicht nur in der

Unterhaltungsindustrie, sondern auch im Simulatortraining für die Mediziner- und Pilotenausbildung oder in der virtuellen Produktentwicklung (Burdea & Coiffet, 2003; Stanney, 2003).

Die technische Herausforderung besteht vor allem darin, die Umgebung so zu generieren, dass der Anwender in die Virtualität eintaucht. Im Idealfall wird sowohl in der Telemanipulation als auch in der Simulation die bestehende Barriere für den menschlichen Benutzer überwunden. In diesem Zusammenhang wurde bereits 1980 von Marvin Minsky der Begriff Telepräsenz eingeführt, so dass man auch von *Telepräsenzsystemen* spricht.

Im Folgenden werden zunächst einzelne Anwendungsfelder der Telemanipulation und der virtuellen Realität skizziert, um dann auf die zu Grunde liegende Technologie, das Präsenzkonstrukt und die Gestaltung der Mensch-System-Schnittstelle näher einzugehen.



**Abbildung 1:**

Räumliche Entkopplung von ‚Master‘ und ‚Slave‘ in Telepräsenzsystemen  
(Quelle: Sonderforschungsbereich 453, TU München)

## 1.1 Montageroboter im Weltraum

Weltraummontagen, die als Teleoperationen durchgeführt werden, können entweder vor Ort oder von einer Bodenstation gesteuert werden. Von besonderem Interesse ist das Problem der Zeitverzögerung, wenn sich der ‚Master‘ auf der Erde und der ‚Slave‘ im Weltraum befindet. Gewöhnlich kumulieren die Datenübertragungszeiten dabei wegen multipler Kommunikationsverbindungen und Signalpufferzeiten auf bis zu sechs Sekunden (Sheridan, 1993). Problematisch ist, dass selbst für Zeitverzögerungen von 0.3 Sekunden eine sensomotorische Adaption misslingt und die Bewegungen des Telemanipulators mit den eigenen Handbewegungen dissoziiert werden (Held, Efstathiou & Green, 1966). In der praktischen Anwendung haben sich drei Lösungsansätze für dieses Problem herausgebildet (Bejczy, Venema & Kim, 1990):

# Enzyklopädie der Psychologie

Themenbereich D  
Praxisgebiete

Serie III

Wirtschafts-, Organisations- und Arbeitspsychologie

Band 2

## Ingenieurpsychologie

herausgegeben von  
Prof. Dr. Bernhard Zimolong  
Prof. Dr. Udo Konradt

2006



Hogrefe · Verlag für Psychologie  
Göttingen · Bern · Toronto · Seattle