
Leistungsbeschreibung

Land Baden-Württemberg

vertreten durch das Ministerium der Justiz und für Migration

Vergabeverfahren zur Beschaffung eines „Virtual Court – Gerichtssaal der Zukunft“
für die Justiz

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Anforderungen	4
2.1	Allgemeine Einführung.....	4
2.2	Rahmenbedingungen und Anwendungsfälle.....	5
a.	Anwendungsfall: Verfahrensvorbereitung.....	8
b.	Anwendungsfall: Gegenstands- und Raumpräsentation während der Gerichtsverhandlung.....	9
2.3	CAVE-System.....	12
a.	LED-System.....	14
b.	Tracking System.....	17
c.	Netzwerk	19
2.4	VR-Brillen.....	21
2.5	Installation, Aufbau und Betrieb.....	24
a.	Montage und Inbetriebnahme.....	24
b.	Vorhalten kritischer Ersatzkomponenten	26
2.6	Schulungen.....	27
3	Anlagen.....	28

Allgemeiner Hinweis: Personenbezeichnungen werden aus Gründen der besseren Lesbarkeit einheitlich verwendet und beziehen sich auf alle Geschlechter.

1. Einleitung

Das Ministerium der Justiz und für Migration Baden-Württemberg („Auftraggeber“) verfolgt mit dem Projekt „Virtual Court – Gerichtssaal der Zukunft“ das Ziel, immersive Technologien in Form von mobilen VR-Brillen und einem stationären CAVE-System in gerichtlichen Verfahren zu erproben und damit die Qualität und Nachvollziehbarkeit der gerichtlichen Entscheidungsfindung zu verbessern. Die Erprobung erfolgt in ausgewählten Gerichtssälen im Land Baden-Württemberg. Durch die Erprobung sollen die Potentiale immersiver Technologien für gerichtliche Verfahren untersucht und damit eine fundierte Grundlage für eine breitere Einführung geschaffen werden. Der Auftraggeber verwendet für die Beauftragung Mittel der Digitalisierungsinitiative für die Justiz (vgl. dazu unter https://www.bmju.de/DE/themen/digitales/digitalisierung_justiz/digitalisierung_justiz_node.html).

Die gegenständlichen VR-Brillen und das CAVE-System werden Bestandteil der Vorbereitung und Durchführung geeigneter gerichtlicher Verfahren sein. Richter, Staatsanwälte und weitere Prozessbeteiligte müssen die bereitgestellten Technologien nutzen können, um Räumlichkeiten und Gegenstände realitätsnah und nachvollziehbar darzustellen, aus unterschiedlichen Perspektiven zu analysieren und gemeinsam zu bewerten.

2. Anforderungen

Dieses Kapitel umfasst eine allgemeine Einführung (vgl. **Ziffer 2.1**), die Rahmenbedingungen der Leistungserbringung mit zwei Anwendungsfällen (vgl. **Ziffer 2.2**), die Beschreibung der Anforderungen an das CAVE-System (vgl. **Ziffer 2.3**) und an die VR-Brillen (vgl. **Ziffer 2.4**). Zuletzt umfasst das Kapitel Anforderungen an die Installation und den Aufbau (vgl. **Ziffer 2.5**) sowie die Schulungen (vgl. **Ziffer 2.6**).

2.1 Allgemeine Einführung

Das Gesamtsystem (vgl. **Ziffer 1.1** EVB-IT Systemvertrag) muss eine konsistente Nutzererfahrung und eine einfache Integration in die bestehende IT-Infrastruktur des Auftraggebers ermöglichen.

Der Auftraggeber beschafft ein LED-basiertes CAVE-System (CAVE - Cave Automatic Virtual Environment) inkl. Trackingsystem und Netzwerk sowie VR-Brillen für die Darstellung von 3D-Daten in virtueller Realität. Die erforderlichen Workstations und Notebooks, sowie das zugrundeliegende Cloudsystem stellt der Auftraggeber bei (vgl. **Ziffer 3** EVB-IT Systemvertrag, sowie **Anlage Datenblatt Workstations** und **Anlage Datenblatt Notebooks**).

Das CAVE-System ist für die Nutzung durch Einzelpersonen sowie kleine Gruppen von ca. zwei bis zehn Personen (inklusive der Master-User) zu dimensionieren. Es muss flexibel konfigurierbar sein und den Multi-User-Betrieb mit wahlweise einem oder zwei simultan getrackten Master-Usern unterstützen.

Im dualen Betrieb übernimmt in der Regel der erste Master-User (im Folgenden „Operator“ genannt) die Systemsteuerung. Der zweite Master-User verfügt über ein eigenes Tracking und erhält eine unabhängige, perspektivisch korrekte stereoskopische Darstellung. Zusätzlich muss das System die Einbindung weiterer, ungetrackter Nutzer (im folgenden „Follower“ genannt) unterstützen, deren Anzahl systemseitig nicht limitiert werden darf. Diese passiven Teilnehmer nutzen stereoskopische Brillen ohne eigenes Tracking und betrachten das Bild aus der berechneten Perspektive eines Master Users (in der Regel die des Operators).

Dieses Rollenmodell (ein Operator, ein passiver Master, eine Follower-Gruppe) stellt das primäre und wahrscheinlichste Anwendungsszenario dar. Die Systemarchitektur muss jedoch flexibel genug angelegt sein, um bei Bedarf auch abweichende Konfigurationen – wie etwa die Zuweisung von Steuerungsrechten an mehrere Operator – technisch abbilden zu können.

Die Open-Source-Software COVISE (vgl. dazu unter <https://www.hlrs.de/de/loesungen/rechentypen/visualisierung/covise>) ist verbindlich als zentrale Visualisierungssoftware einzusetzen. Sie ist als integraler

Bestandteil der Gesamtlösung zur Darstellung und interaktiven Visualisierung der im Virtual Court verwendeten Szenen, Daten und Inhalte zu nutzen. Soweit im Folgenden von ‚COVISE‘ gesprochen wird, umfasst dies neben der eigentlichen Softwareumgebung auch die für den Betrieb erforderlichen Komponenten und Subsysteme, insbesondere OpenCOVER als Visualisierungs- und Rendering-Komponente.

Alle Systemkomponenten müssen mindestens fünf Tage pro Woche, jeweils mindestens zwölf Stunden am Stück, betrieben werden können. Kabelverbindungen sind gegen Herausfallen und mechanische Belastung zu sichern – z. B. durch Kabelschellen oder vergleichbare Befestigungen. Scharfkantige Kabelbinder sind nicht zulässig. Sämtliche Kabelverlegung muss in Abstimmung mit dem örtlich zuständigen Landesbetrieb Vermögen und Bau Baden-Württemberg (im Folgenden „**Vermögen und Bau**“) geplant werden und muss so erfolgen, dass keine Hindernisse entstehen („stolperfrei“). Sofern ausreichend vorhanden, sind Leerrohre zu nutzen. Für die Kabelverlegung beim CAVE-System steht zudem ein Hohlraumboden (mit einer Höhe von 20 cm) des Gerichtssaals zur Verfügung, welcher zu nutzen ist. Dieser ist mit einem Anschlussraum (mit ca. 35 m Entfernung) verbunden, welcher ein Leerrohr (DN200, mit einer Länge von ca. 65 m) zum Serverraum enthält. Eine Zugschnur zum Durchziehen der Kabel wird vom Auftraggeber bereitgestellt.

Die nachfolgenden Kapitel beschreiben die technischen Eckpunkte der Hardwarekategorien sowie die dazugehörigen Anwendungsfälle. Systemkomponenten, die zur Umsetzung der geforderten Funktionalität erforderlich sind (z. B. Netzkabel, DP-Kabel etc.), sind Teil des zu beschaffenden Gesamtsystems, auch wenn sie nicht explizit genannt werden.

2.2 Rahmenbedingungen und Anwendungsfälle

Das CAVE-System und die VR-Brillen müssen geeignet sein, die nachfolgend beschriebenen Anwendungsfälle bei dem Auftraggeber durchzuführen. Ziel ist es, gerichtliche Verfahren durch immersive Technologien fachlich zu unterstützen, ohne den ordnungsgemäßen Ablauf, die Verfahrensfairness datenschutzrechtliche Anforderungen oder die Vorgaben der jeweils einschlägigen Verfahrensordnungen zu beeinträchtigen.

Die Nutzung des CAVE-Systems und der VR-Brillen erfolgt ergänzend zu bestehenden Arbeits- und Präsentationsmitteln der Justiz. Das CAVE-System und die VR-Brillen müssen sowohl für die Verfahrensvorbereitung außerhalb der Gerichtsverhandlung als auch für die Präsentation während der Gerichtsverhandlung geeignet sein.

In beiden Anwendungsfällen werden das CAVE-System und/oder die VR-Brillen künftig eingesetzt, um komplexe verfahrensrelevante Sachverhalte realitätsnah, dreidimensional und interaktiv darzustellen. Dies umfasst insbesondere Tatorte,

Räumlichkeiten, Beweismittel oder sonstige Gegenstände, deren räumliche oder strukturelle Zusammenhänge mit herkömmlichen Darstellungsformen nur eingeschränkt vermittelbar sind.

Die stationäre CAVE-Umgebung ist in einem Gerichtssaal des Oberlandesgerichts Stuttgart zu installieren. Die VR-Brillen werden am OLG Stuttgart sowie an mindestens vier weiteren Standorten (Gerichte und Staatsanwaltschaften) in Baden-Württemberg eingesetzt. Die Installation erfolgt dabei in Abstimmung mit dem Auftraggeber sowie Vermögen und Bau sowie unter Berücksichtigung der baulichen Ausgangsbedingungen. Die baulichen Ausgangsbedingungen werden den Bietern in Form von Bauplänen sowie weiteren vergleichbaren Unterlagen in **Anlage Bodenaufbau** zu dieser Leistungsbeschreibung zur Verfügung gestellt.

Insgesamt ist ein iteratives Vorgehen über das gesamte Projekt vorgesehen. Dieses umfasst insbesondere die Erstellung und fortlaufende Abstimmung einer detaillierten Projektfeinplanung durch den Auftragnehmer in enger Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber, Vermögen und Bau sowie ggf. der IT Baden-Württemberg (BITBW). Das Projekt wird in aufeinander aufbauende Phasen bzw. Iterationen gegliedert (z. B. Planung, bauliche Anpassungen, technische Installation, Tests und Inbetriebnahme), deren Inhalte, Termine und Abhängigkeiten transparent in einem verfeinerten und abgestimmten Zeit- und Phasenplan darzustellen sind (vgl. **Ziffer 2.5** Installation, Aufbau und Betrieb). Für die Abstimmungen sind regelmäßige Projektbesprechungen (Jour fixes) durchzuführen, in denen der Projektfortschritt, Risiken, Änderungsbedarfe sowie offene Punkte gemeinsam bewertet werden. Die Jour Fixes sind in einem initial abzustimmenden Turnus, mindestens jedoch 14-tägig durchzuführen. Der Auftragnehmer muss die Ergebnisse dokumentieren und dem Auftraggeber zur Prüfung vorlegen (z.B. in Form von Kurzprotokollen). Erkenntnisse aus den jeweiligen Projektphasen sind systematisch zu berücksichtigen und fließen in die weitere Planung und Umsetzung ein. Ziel des iterativen Vorgehens ist eine bedarfsgerechte, termin- und qualitätsgesicherte Realisierung des CAVE-Systems einschließlich der erforderlichen baulichen Anpassungen im Gerichtssaal. Auf den Termin- und Leistungsplan gemäß Nummer 9 EVB-IT Systemvertrag wird hingewiesen.

In dem Gerichtssaal des Oberlandesgerichts Stuttgart sind Stromanschlüsse vorhanden, die für den Betrieb grundsätzlich nutzbar sind. Es werden hierzu zwei Leitungen mit jeweils fünf Phasen ($5 \times 2,5 \text{ mm}^2$) zur geplanten Lage des CAVE-Systems durch den Auftraggeber vorbereitet. Alle Phasen sind mit 16 A abgesichert und die zwei Anschlüsse sind für jeweils 14 kW Anschlussleistung ausgelegt. Eine Prüfung, ob diese Ausführung ausreichend ist, liegt beim Auftragnehmer. Sofern weitere Anschlüsse

benötigt werden, müssen diese in frühzeitiger Abstimmung mit Vermögen und Bau geplant werden.

Als zugrundeliegendes Cloudsystem, welches vom Auftraggeber beigestellt wird, ist BW-Share zu nutzen. BW-Share ist der sichere Cloud-Speicher für die Landesverwaltung Baden-Württemberg. Die Plattform basiert auf der Open-Source-Lösung Nextcloud, wurde speziell für die Anforderungen des Landes angepasst und wird in den zertifizierten Rechenzentren der BITBW betrieben. Im Rahmen der Systemumgebung des Gesamtsystems wird der Dienst den datenschutzkonformen Austausch der 3D-Daten übernehmen. Der Zugriff erfolgt vollkommen flexibel und plattformübergreifend – entweder direkt via Webbrowser oder über dedizierte Clients für Windows, macOS, Android und iOS.

Das CAVE-System und die VR-Brillen sind in die Infrastruktur der Justiz zu integrieren. Dabei müssen sie kompatibel mit dem gehärteten Microsoft Windows-Betriebssystem sein und den BSI-Regularien entsprechen. Die bestehende Systemhärtung zielt auf eine Reduzierung der Angriffsfläche ab. Dies bedeutet, dass das System grundsätzlich sicherheitstechnischen Restriktionen unterliegt. Beispielhaft umfasst dies den Regelbetrieb ausschließlich im Kontext von Standard-Benutzerkonten ohne Administratorrechte, ein Patch-Management, die standardmäßige Blockierung nicht zwingend erforderlicher Hintergrunddienste, Netzwerkprotokolle und lokaler wie externer Ports. Der Auftragnehmer muss gewährleisten, dass das Gesamtsystem in dieser Umgebung vollumfänglich, stabil und performant lauffähig ist, ohne dass grundlegende Sicherheitsmechanismen dauerhaft deaktiviert werden müssen.

Sollte der reibungslose Betrieb in der Standardkonfiguration dieser gehärteten Umgebung nicht möglich sein, sind bei Bedarf und nach Absprache mit dem Auftraggeber, Anpassungen möglich. Der Auftragnehmer muss sich hierzu zudem mit der BITBW abstimmen und die vorgegebenen sicherheitsrelevanten Konfigurationsparameter umsetzen. (vgl. **Ziffer 1.1 und 3** EVB-IT Systemvertrag). Insbesondere ist der Auftragnehmer verpflichtet, alle zwingend notwendigen individuellen Systemanpassungen detailliert und transparent aufzulisten. Dazu gehören beispielsweise zwingend erforderliche Portfreischaltungen unter Angabe von Protokoll und Ziel, benötigte Ausnahmeregeln für Antiviren- oder Whitelisting-Software sowie zwingend erforderliche erweiterte Systemberechtigungen für Hardware-Treiber.

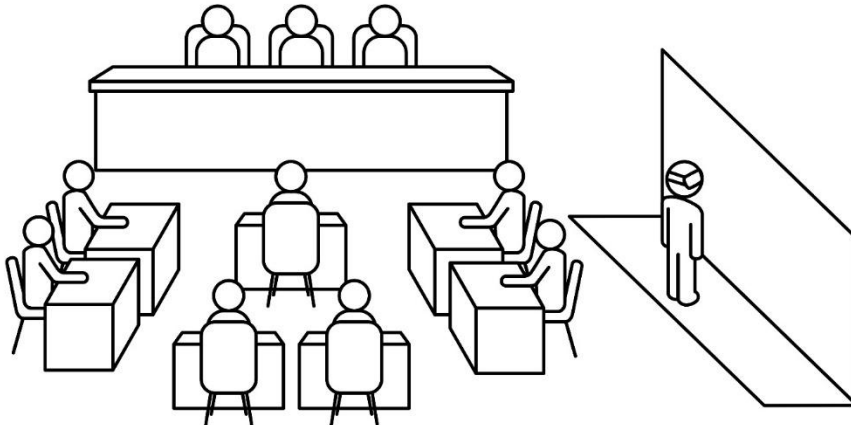


Abbildung 1 Skizzenhafte Darstellung eines Gerichtssaals mit einem CAVE-System

Im Folgenden werden die zwei Anwendungsfälle beschrieben, in denen das CAVE-System bzw. die VR-Brillen beim Auftraggeber künftig zum Einsatz kommen werden.

a. Anwendungsfall: Verfahrensvorbereitung

Zur Vorbereitung auf ein Verfahren müssen Berichte von Sachverständigen oder anderen Externen für die an der Verfahrensvorbereitung beteiligten Verfahrensbeteiligten nachvollziehbar dargestellt werden. Dazu bereitet der Sachverständige oder andere Externe relevante Inhalte auf Basis zuvor erhobener und aufbereiteter dreidimensionaler Daten (z. B. aus 3D-Scans, Modellierungen oder vergleichbaren Verfahren) vor. Die Erstellung dieser Daten erfolgt außerhalb des Auftraggebers.

Für den Vorbereitungstermin mit entsprechenden Justizbeteiligten stellt die Justiz je nach Verfügbarkeit und Eignung die Nutzung des CAVE-Systems und/oder der VR-Brillen zur Verfügung.

Ein diesbezüglich Beauftragter der Justiz / Operator startet das CAVE-System über die Workstation im Gerichtssaal. Die VR-Brillen werden in einem anderen dafür vorgesehenen Raum über vorhandene Notebooks genutzt. Der Sachverständige oder andere Externe lädt die Daten vorab über ein vom Auftraggeber beizustellendes Cloudsystem / Netzlaufwerk hoch. Diese werden anschließend auf die Workstations des Auftraggebers heruntergeladen, in die XR-Visualisierungssoftware COVISE importiert und dort für die Nutzung bzw. Präsentation vorbereitet. Der Auftraggeber beabsichtigt hierzu eine VR-Stelle zu schaffen, welche die Daten bei Bedarf in geeigneter Weise aufbereiten kann. Diese VR-Stelle ist durch den Auftragnehmer zu schulen (vgl. **Ziffer 2.6** Schulungen).

Im Vorbereitungstermin betrachten die Beteiligten (Richter, Staatsanwälte usw.) die aufbereiteten Daten. Der diesbezüglich Beauftragte der Justiz / Operator unterstützt bei der Nutzung des CAVE-Systems und der VR-Brillen bei Bedarf. Der Sachverständige oder andere Externe führt durch den Raum / Gegenstand. Das CAVE-System und die VR-Brillen müssen sowohl allein als auch mit mehreren Personen gleichzeitig genutzt werden können, um die gemeinsame Betrachtung und Diskussion der Inhalte sicherzustellen.

Die virtuelle Umgebung wird zur Präsentation von Beweismitteln und verfahrensrelevanten Sachverhalten eingesetzt. Diese Umgebung erlaubt es den Trägern von 3D-Brillen mit Tracking-Markern (im Folgenden „**Masterbrillen**“) bzw. VR-Brillen, Objekte aus verschiedenen Perspektiven zu untersuchen, ihre Eigenschaften zu analysieren und sie in einen relevanten Kontext zu setzen sowie in digital rekonstruierten Räumen Dimensionen, Sichtachsen, Positionen von Personen oder Gegenständen und mögliche Bewegungsabläufe anschaulich zu demonstrieren. Träger mit 3D-Brillen ohne Tracking-Marker (im Folgenden „**3D-Brillen**“) können ebenso gemeinsam mit den Trägern von Masterbrillen diese Umgebung betrachten. Dies unterstützt die Untersuchung von Beweisen und der Wirkung von räumlichen Bedingungen auf das Geschehen durch alle Beteiligten während der Verfahrensvorbereitung.

Nach Abschluss der Nutzung können die vorbereiteten Daten für die Gerichtsverhandlung über ein vom Auftraggeber beigestelltes Cloudsystem / Netzlaufwerk und / oder auf einem externen Speichergerät gespeichert werden.

Danach müssen sämtliche verfahrensbezogenen Daten durch die vom Auftraggeber benannten Operatoren bzw. die VR-Stelle datenschutzkonform von den lokal eingesetzten Systemen entfernt werden können. Das CAVE-System und/oder die VR-Brillen werden vom diesbezüglichen Beauftragten der Justiz / Operator vollständig ausgeschaltet.

b. Anwendungsfall: Gegenstands- und Raumpräsentation während der Gerichtsverhandlung

Der im Anwendungsfall *Verfahrensvorbereitung* beschriebene Einsatz des CAVE-Systems und der VR-Brillen muss auch während der Gerichtsverhandlung zur Präsentation von Beweismitteln und verfahrensrelevanten Sachverhalten möglich sein. Bei der Mehrheit der Fälle wird die „Verfahrensvorbereitung“ zu diesem Zeitpunkt durchlaufen sein.

Für den Gerichtsverhandlungstermin stellt der Auftraggeber je nach Verfügbarkeit und Eignung die Nutzung des CAVE-Systems oder der VR-Brillen zur Verfügung. Die

VR-Brillen werden durch den Beauftragten der Justiz / Operator in den Gerichtssaal gebracht und für den Einsatz vorbereitet.

Da die Präsentation mit dem CAVE-System und / oder den VR-Brillen nur temporär während der Gerichtsverhandlung eingesetzt wird, muss die Vorbereitungszeit so kurz wie möglich gehalten werden, um lange Verhandlungsunterbrechungen zu vermeiden. Hierzu startet ein diesbezüglich Beauftragter der Justiz / Operator das CAVE-System über die Workstation im Gerichtssaal. Die VR-Brillen werden im Gerichtssaal über vom Auftraggeber beizustellende Notebooks genutzt. Der Sachverständige oder ein anderer Externer hat die Daten über ein vom Auftraggeber beigestelltes Cloudsystem hochgeladen. Diese werden vorab heruntergeladen und in die XR-Visualisierungssoftware COVISE importiert und dort für die Nutzung bzw. Präsentation gestartet.

Ergänzend zum CAVE-System und den VR-Brillen werden die Inhalte mindestens auf einem der zwei vorhandenen 2D-Bildschirmen synchron und öffentlich sichtbar – insbesondere für die Richterbank, die Gerichtsöffentlichkeit und weitere Verfahrensbeteiligte – dargestellt. Dadurch wird sichergestellt, dass die richterliche Kontrolle über die visuelle Darstellung sowie die Gerichtsöffentlichkeit jederzeit gewährleistet bleibt.

Im Verhandlungstermin betrachten die Verfahrensbeteiligten (Richter, Staatsanwälte usw.) die vorbereiteten Daten. Der diesbezüglich Beauftragte der Justiz / Operator unterstützt bei der Nutzung des CAVE-Systems und der VR-Brillen bei Bedarf. Der Sachverständige oder andere Externe führt durch den Raum / Gegenstand. Das CAVE-System und die VR-Brillen müssen sowohl allein als auch mit mehreren Personen gleichzeitig genutzt werden, um die gemeinsame Betrachtung und Diskussion der Inhalte sicherzustellen. Die Masterbrillen und 3D-Brillen oder VR-Brillen sowie die Controller müssen bei Bedarf zwischen mehreren Beteiligten gewechselt werden können, ohne den Ablauf der Verhandlung wesentlich zu unterbrechen.

Die virtuelle Umgebung wird zur Präsentation von Beweismitteln und verfahrensrelevanten Sachverhalten eingesetzt. Diese Umgebung erlaubt es den Trägern der Masterbrille bzw. VR-Brille, Objekte aus verschiedenen Perspektiven zu untersuchen, ihre Eigenschaften zu analysieren und sie in einen relevanten Kontext zu setzen sowie in digital rekonstruierten Räumen Dimensionen, Sichtachsen, Positionen von Personen oder Gegenständen und mögliche Bewegungsabläufe anschaulich zu erfassen. Träger mit 3D-Brillen können ebenso gemeinsam mit den Trägern von Masterbrillen diese Umgebung betrachten. Dies unterstützt die

Bewertung von Beweisen und der Wirkung von räumlichen Bedingungen auf das Geschehen durch alle Beteiligten während der Gerichtsverhandlung.

Nach Abschluss der Nutzung können die Daten aus der Gerichtsverhandlung über ein vom Auftraggeber beigestelltes Cloudsystem und / oder auf einem externen Speichergerät gespeichert werden. Danach müssen sämtliche verfahrensbezogenen Daten durch die vom Auftraggeber benannten Operatoren bzw. die VR-Stelle datenschutzkonform von den lokal eingesetzten Systemen entfernt werden können. Das CAVE-System oder die VR-Brillen werden vom diesbezüglichen Beauftragten der Justiz / Operator ausgeschaltet.

2.3 CAVE-System

Das CAVE-System muss eine immersive, perspektivisch korrekte 3D-Darstellung von digitalen Inhalten ermöglichen und hierfür ein zwei-seitiges LED-System (Rückwand und Boden), ein Tracking-System zur dynamischen Nutzerperspektive sowie eine leistungsfähige Netzwerkinfrastruktur beinhalten. Das System ist in einem Gerichtssaal des Oberlandesgerichts Stuttgart zu installieren und muss von allen Verfahrensbeteiligten personen- (z. B. durch stabile Konstruktion, Vermeidung von Stolperstellen, Einhaltung Sicherheits- und Brandschutzvorgaben) und betriebssicher (z. B. durch sichere Verkabelung, geeignete Maßnahmen zur Vermeidung von Systemausfällen) sowie barrierefrei genutzt werden können. Der Aufbau hat bevorzugt ebenerdig zu erfolgen. Dafür wird der im Gerichtssaal bestehende Sandwichboden geöffnet und durch den Auftraggeber eine tragfähige Metallunterkonstruktion geschaffen werden, welche für die Installation des CAVE-Systems geeignet ist. Die genaue Ausführung der Metallunterkonstruktion erfolgt in enger Abstimmung mit dem Auftragnehmer. Die Machbarkeit dieser ebenerdigen Lösung wird derzeit durch den Auftraggeber überprüft. Sofern diese nicht gegeben ist, erfolgt die Verankerung des CAVE-Systems direkt mit dem bestehenden Betonestrich unter dem Parkett (siehe dazu die **Anlage Bodenaufbau**). In diesem Fall erfolgt die Installation nicht ebenerdig, sondern mit einer Stufe, wobei diese eine Maximalhöhe von 20 cm nicht überschreiten darf. In beiden Fällen ist die Installation des LED-Systems konstruktiv so auszuführen, dass eine optimale Verteilung der Lasten auf Wand- und Bodenfläche sichergestellt ist.

Das LED-System ist so auszuführen, dass es eine hochauflösende und stabile Echtzeitvisualisierung ermöglicht wird, die durch das Tracking-System fortlaufend an die jeweilige Nutzerposition anzupassen ist.

Die Verarbeitung der Visualisierungsdaten erfolgt in einem Workstationcluster, wobei die dafür erforderlichen Workstations durch den Auftraggeber beigestellt werden (s.o.). Die Spezifikationen der einzelnen Workstations für das Cluster sind im **Anlage Datenblatt Workstations** beschrieben. Die Detailauswahl der einzusetzenden Systemkomponenten, Schnittstellen und ggf. benötigten Ergänzungen erfolgt in Abstimmung mit dem Auftragnehmer unter Berücksichtigung der konkreten Systemanforderungen des CAVE-Systems und unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen des Auftraggebers. Das Workstationcluster wird in einem separaten Raum installiert. Es ist zu berücksichtigen, dass durch den Auftraggeber nur die Workstations bereitgestellt werden; die (Anschluss-)Kabel und weitere Komponenten, die zur Einsatzfähigkeit des CAVE-Systems benötigt werden, sowie der Zusammenbau zu einem Workstationcluster sind geschuldeter Vertragsbestandteil.

Das CAVE-System muss über eine Workstation des Auftraggebers und ggf. ergänzende Bedienelemente hochgefahren und betrieben werden können. Der Auftragnehmer hat hierfür in Abstimmung mit der BITBW ein Betriebskonzept zu erstellen, das die erforderlichen Hard- und Softwarekomponenten sowie deren Anordnung im Gerichtssaal oder an einem geeigneten Bedienplatz beschreibt. Das Betriebskonzept ist entsprechend des oben dargestellten Vorgehens zu erstellen und vom Auftraggeber freizugeben.

Da das CAVE-System im Rahmen von Gerichtsverhandlungen nur temporär zum Einsatz kommt, muss es vollständig abgeschaltet werden können. Zudem ist ein besonders schneller, zuverlässiger und reproduzierbarer Startvorgang erforderlich. Die Systemarchitektur, das Netzwerk und die Softwarekonfiguration müssen daher eine rasche Inbetriebnahme ohne große Verzögerung (**Richtwert: 15 Minuten**) gewährleisten, um Verhandlungsunterbrechungen so kurz wie möglich zu halten. Der Startvorgang ist dabei so vorzusehen, dass die steuernde Workstation des CAVE-Systems alle Inhalte soweit vorbereiten kann, dass zuletzt nur noch die LED-Wände eingeschaltet werden müssen. Für die Übertragung großer Datenmengen ist durch den Auftragnehmer eine leistungsfähige Netzwerkinfrastruktur bereitzustellen, die eine stabile Verbindung zwischen Workstations, LED-System und Tracking-System ermöglicht.

Darüber hinaus muss jederzeit gewährleistet sein, dass der Richter sowie die Gerichtsöffentlichkeit die Inhalte der CAVE zweidimensional nachvollziehen können. Hierzu stehen vonseiten des Auftraggebers zwei separate 2D-Monitore (Powerwalls) im Gerichtssaal bereit. Diese müssen jeweils die aktuell im CAVE-System bereitgestellten Inhalte in Echtzeit aus einer spezifischen Perspektive- und gleichzeitig (Bild-in-Bild-Übertragung) eine Echtzeitübertragung (Kameraaufnahme) der in der CAVE befindlichen Personen wiedergeben. Auch die Kamera für die Aufnahme der Personen in der CAVE ist bereits im Gerichtssaal vorhanden.

Das CAVE-System muss an die im Gerichtssaal vorhandene Infrastruktur und Medientechnik (insb. 2D-Monitore) angeschlossen werden; die hierfür erforderlichen Anschlüsse und Leitungen werden im Rahmen der weiteren Abstimmungen mit dem Auftraggeber, insbesondere dem OLG Stuttgart, festgelegt.

Zur Erhöhung der Energieeffizienz, zum Schutz vor Überbelastungen und zur Sicherstellung der technischen Langlebigkeit ist ein Strommanagement-System zu integrieren. Dieses übernimmt die automatische Steuerung sowie die Optimierung elektrischer Lasten und reduziert dadurch die Betriebskosten des Gesamtsystems. Zusätzlich ist eine Schonung der Visualisierungs-Hardware durch geeignete Maßnahmen sicher zu stellen.

Das CAVE-System ist vom Auftragnehmer vollständig zu installieren, modular aufzubauen und einsatzfähig in die IT-Infrastruktur des Auftraggebers zu integrieren. Der Auftragnehmer erstellt in enger Abstimmung mit BITBW, Vermögen und Bau sowie dem Auftraggeber ein vollständiges Datenmanagement- und IT-Sicherheitskonzept und stellt die technische Betriebsbereitschaft aller Systemkomponenten sicher. Zusätzlich sind Schulungsunterlagen zu entwickeln sowie Schulungen auszuführen, die ausgewählte Justizmitarbeitende entsprechend qualifizieren (vgl. **Ziffer 2.6** Schulungen). Der Auftragnehmer gewährleistet damit die funktionsfähige Integration aller Systemkomponenten zu einem betriebsfähigen Gesamtsystem, das gemäß den Vorgaben des Auftraggebers im Regelbetrieb genutzt werden kann.

a. LED-System

Das LED-System muss eine immersive, begehbare Visualisierungsumgebung ermöglichen, die aus mindestens zwei Bildflächen (Rückwand und Boden) besteht. Die Bodenfläche soll bevorzugt ebenerdig mit dem Parkettboden installiert werden und muss eine mechanisch belastbare und dauerhaft sichere Begehrbarkeit gewährleisten. Im Falle eines nicht ebenerdigen Einbaus muss die Bodenfläche so installiert werden, dass sie eine möglichst geringe Aufbauhöhe (max. 20 cm) aufweist und ebenso eine mechanisch belastbare und dauerhaft sichere Begehung gewährleistet. (vgl. **Ziffer 2.3** CAVE-System)

Dabei muss ein geeigneter permanenter Begehungsschutz eingesetzt werden, der sowohl gegen Abnutzung, Stöße und herabfallende Gegenstände schützt als auch rutschfest ist und die Nutzung mit Straßenschuhen, Gehhilfen und Rollstühlen sicher zulässt. Die Bodenfläche muss für den dauerhaften Betrieb im Umfeld angrenzender Arbeitsplätze geeignet sein. Insbesondere ist sicherzustellen, dass rollende Schreibtischstühle die Bodenfläche nicht beschädigen. Dazu ist noch ein temporärer, abnehmbarer Schonbezug oder Vergleichbares vorzusehen, welcher zusätzlichen Schutz für die Bodenfläche insbesondere außerhalb des Betriebs sicherstellt. Die Nutzung des CAVE-Systems muss mit und ohne Schonbezug möglich sein. Zudem ist ein modularer Aufbau vorzusehen, der den schnellen und unkomplizierten Austausch einzelner Elemente ermöglicht.

Das LED-System muss eine hochfrequente, perspektivisch korrekte Stereo-Darstellung für mehrere simultane Nutzer unterstützen. Die Bildwiederholrate, Pixelauflösung und der Pixel Pitch sind dabei so auszulegen, dass bei einer CAVE-Tiefe von 1,30 – 1,50 m eine hochauflösende, flimmerfreie Darstellung für die darin bzw. davor befindlichen Betrachter gewährleistet ist. Die resultierende Bildqualität muss hinsichtlich Pixel Pitch und Bildwiederholrate passend zur CAVE-Größe sowie der Anzahl der Nutzenden dimensioniert sein.

Die LED-Flächen müssen matte Oberflächen bieten. Zudem muss die Helligkeit der LED-Flächen flexibel regelbar sein und ausreichend Spitzenhelligkeit im Gerichtssaal des OLG Stuttgart bieten, um Spiegelungen zu vermeiden und ausreichend Sichtbarkeit auch für simultane Nutzer zu gewährleisten. Im Gerichtssaal befinden sich 30 Deckenfenster aus Milchglas, welche bei der Wahl der Spitzenhelligkeit zu berücksichtigen sind. Betrachtungswinkel, Kontrastverhältnis und Farbtiefe sind so auszuführen, dass eine realitätsnahe Darstellung aus verschiedenen Perspektiven gewährleistet ist.

Für die thermische Auslegung der LED-Module ist eine energieeffiziente Architektur zu berücksichtigen und es sind Angaben zur Abwärme in Watt, sowie zum Abluftvolumenstrom bereitzustellen. Der Betrieb darf den Raum (Nettogrundfläche: 396 m², Nettorauminhalt: 2750 m³) so gering wie möglich erhitzen und muss gleichzeitig geräuscharm erfolgen, d.h. die Entstehung von Wärme ist bevorzugt bereits (z. B. über die LED-Paneltechnologie) minimiert anstatt nur über die Lüftung abgeführt und muss für den Einsatz im Gerichtssaal geeignet sein.

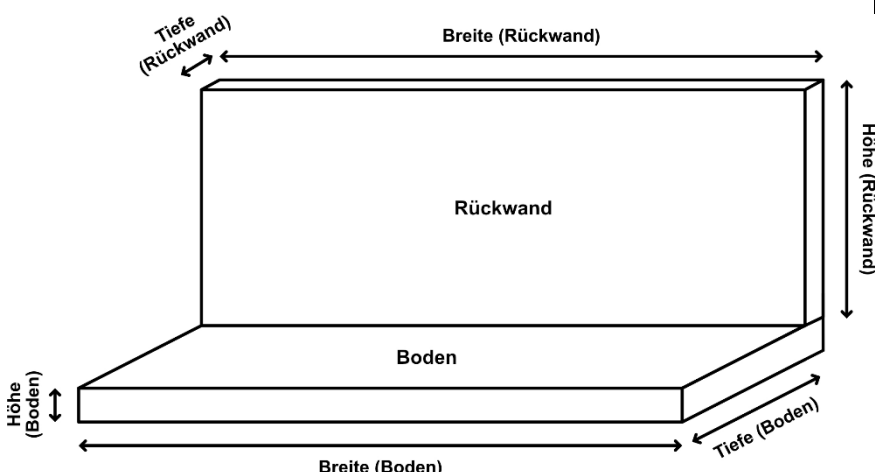
Die Gespräche und Kommunikation im Gericht dürfen vom CAVE-System nicht akustisch beeinträchtigt werden. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass sich einer der zwei im Gerichtssaal vorhandenen 2D-Monitore (Powerwall) unmittelbar über dem geplanten Einbauort der CAVE befindet. Es ist daher durch geeignete technische Maßnahmen sicherzustellen, dass die Abwärme der CAVE den betroffenen 2D-Monitor (Powerwall) nicht beeinträchtigt (z. B. Ableitung der Abwärme zu den Seiten heraus).

Darüber hinaus ist ein Strommanagement-System zur automatisierten Steuerung und Lastoptimierung zu integrieren, welches die elektrische Belastung der Gesamtanlage reduziert und damit laufende Betriebskosten minimiert. Dieses System muss selbstständig Lastspitzen vermeiden und eine optimierte Energieverteilung gewährleisten.

Für die Signalübertragung zwischen CAVE und Workstation müssen Entfernungen von mindestens 100 m ohne relevanten Qualitätsverlust überbrückt werden können. Hierfür sind geeignete Übertragungstechnologien (z. B. Glasfaser-Hybridkabel) einzusetzen; insbesondere ist eine zuverlässige und latenzarme End-to-End-Übertragung sicherzustellen.

Im Folgenden sind die wesentlichen Anforderungen an das CAVE-System tabellarisch aufgeführt:

Bezeichnung	Anforderung
LED-Wände	2-seitiges LED-System: Rückwand:

	Höhe: min. 2,30 – max. 2,40 m Breite: min. 4,80 – max. 5,20 m Tiefe: max. 0,30 m Boden: Höhe: max. 0,20 m Breite: min. 4,80 – max. 5,20 m Tiefe: min. 1,30 – max. 1,50 m Modularer Aufbau, einfacher Austausch einzelner Elemente 
Begehungsschutz und Schonbezug Boden	Mechanisch belastbar Für Straßenschuhe geeignet Widerstandsfähig gegen Gehhilfen Befahrbar mit Rollstuhl Schutz gegen herunterfallende Gegenstände (z. B. Controller, Kleinwerkzeuge) Rutschfest Schutz vor Abnutzung Eindrücken, Stößen Schutz vor alltäglichem Gebrauch mit rollenden Schreibtischstühlen
Pixel Pitch und Auflösung	Pixel Pitch < 1,3 mm (Betrachtungsabstand bei einer CAVE-Tiefe von 1,30 – 1,50 m zu berücksichtigen) Bildwiederholrate: min. 240 Hz für 2 User
Helligkeit	Regelbar mit Spitzenhelligkeit entsprechend dem Gerichtssaal des OLG Stuttgarts Spitzenhelligkeit min. 2500 Nits Matte LED-Module (keine Spiegelungen)
Betrachtungswinkel	Min. 160° horizontal und min. 140° vertikal
Wärmeoptimierung	Angabe zur Abwärme in Watt und Abluftvolumen verpflichtend
Brandschutz	Erfüllung der brandschutzrechtlichen Vorgaben des Gerichts
Bildeingänge / Signalübertragung	Min. 100 m Übertragungsstrecke ohne Qualitätsverlust Sicherstellung geringer End-to-End-Latenz Einsatz geeigneter Kabel, z. B. Glasfaser-Hybrid
Strommanagement-System	Automatisierte Steuerung der Gesamtanlage Lastoptimierung zur Reduktion der Betriebskosten Lastspitzenminimierung Energetisch effiziente Betriebsweise

b. Tracking System

Das Tracking-System muss jeweils die perspektivisch korrekte Darstellung innerhalb des CAVE-Systems ermöglichen und hierzu ein präzises, latenzarmes und robustes optisches 6-DoF-System verwenden. Es muss in der Lage sein, mehrere Nutzer sowie zusätzlicher Objekte gleichzeitig zu erfassen und deren Positions- und Orientierungsdaten in Echtzeit ohne wahrnehmbare Tracking-Unterbrechungen an das CAVE-System zu übermitteln. Es müssen mindestens zwei Nutzer parallel mit getrackten Masterbrillen (im Folgenden Master-User genannt) unterstützt werden, deren individuelle Perspektiven jeweils korrekt dargestellt werden. Weitere Nutzer mit aktiven 3D-Brillen müssen bei Bedarf als zusätzliche Betrachter (Follower) eingebunden werden können, wobei für diese keine eigene Perspektive berechnet oder getrackt wird. Sie betrachten stattdessen exakt das für einen Master-User gerenderte Bild (gleiche Perspektive). Um eine möglichst verzerrungsfreie räumliche Wahrnehmung zu erzielen, müssen sich die Follower der physischen Position des jeweiligen Master-Users annähern.

Im dualen Betrieb übernimmt in der Regel der erste Master-User (Operator) die Systemsteuerung. Der zweite Master-User verfügt über ein eigenes Tracking und erhält eine unabhängige, perspektivisch korrekte stereoskopische Darstellung. In diesem primären Standard-Setup wird allen Followern die Perspektive des Operators zugewiesen. Die Systemarchitektur muss jedoch flexibel genug sein, um als seltenere Sonderfälle auch die Zuweisung von Steuerungsrechten an mehrere Operatoren zuzulassen.

Die Master-User müssen hardware- und softwareseitig prinzipiell in der Lage sein, sich jeweils mithilfe eines Controllers selbstständig durch den virtuellen Raum zu navigieren und gegebenenfalls mit der Umgebung interagieren zu können. Darüber hinaus muss mindestens ein Nutzer in der Lage sein, mittels eines virtuellen Laserpointers (oder vergleichbar), auf Objekte oder Positionen innerhalb der virtuellen Umgebung zu zeigen, sodass diese Markierung für alle Nutzer (inklusive der Follower) sichtbar ist. Zusätzlich muss mindestens ein weiteres Objekt im Raum separat getrackt werden können, beispielsweise ein Werkzeug oder ein Referenzobjekt (z. B. Tatwaffe oder Replikat aus dem 3D-Drucker).

Die Anzahl der gleichzeitig unterstützten getrackten Targets (Master-User, zusätzliche Betrachter und Objekte) ist so auszulegen, dass ein stabiler Parallelbetrieb im gerichtlichen Kontext jederzeit gewährleistet bleibt. Die 3D-Brillen bzw. zugehörigen Tracking-Targets müssen eindeutig unterscheidbar sein und in

ausreichender Anzahl zur Verfügung stehen, um einen flexiblen Nutzerwechsel zu ermöglichen.

Das Tracking-System muss eine markerbasierte optische Erfassungstechnologie nutzen und sowohl passive (retroreflektive) als auch aktive Marker unterstützen. Die Anordnung, Anzahl und Auslegung der Kameras oder vergleichbarer Technologie müssen so erfolgen, dass eine durchgängige und flächendeckende Erfassung des gesamten CAVE-Volumens gewährleistet ist. Die Systemauslegung muss typische Nutzerbewegungen und Interaktionen innerhalb des CAVEs ermöglichen und eine stabile Echtzeit-Erfassung ohne wahrnehmbare Tracking-Unterbrechungen sicherstellen. Zur Erhöhung der Robustheit sind überlappende Kamerasichtfelder vorzusehen, sodass kurzzeitige Verdeckungen einzelner Marker kompensiert werden können.

Die Konfiguration und Administration des Systems – einschließlich Kameraeinstellungen, Netzwerkanbindung, Kalibrierung, Systemüberwachung sowie Verwaltung von Trackern und Markern – muss über ein webbasiertes Interface oder eine dedizierte Softwareoberfläche möglich sein. Diese Konfiguration muss bei Bedarf ohne herstellereinspezifische Eingriffe im laufenden Betrieb durchführbar sein.

In Bezug auf die Leistungsfähigkeit muss das Tracking-System eine sehr niedrige Systemlatenz gewährleisten, um eine unmittelbare und konsistente Rückmeldung zwischen der physischen Bewegung der Nutzer und der visuellen Darstellung im CAVE-System sicherzustellen. Die Tracking-Frequenz der Kameras sowie die Verarbeitung des Tracking-Signals muss ausreichend hoch ausgelegt sein, um auch schnelle Bewegungen des Master-Users bei der Navigation stabil und zuverlässig abzubilden (mind. 60 Hz), ohne dass es zu wahrnehmbaren Verzögerungen, Bildinstabilitäten oder visuellen Artefakten kommt. Die End-to-End-Latenz des Gesamtsystems – bestehend aus Tracking, Datenverarbeitung, Rendering und Ausgabe auf die LED-Wände – muss unter typischen Betriebsbedingungen sehr gering sein, um Motionsickness oder vergleichbare Effekte zu vermeiden. Zudem muss das System eine hohe räumliche und rotatorische Präzision sicherstellen, sodass kleinste Positions- und Orientierungsänderungen stabil, jitterarm und reproduzierbar erfasst werden.

Das Gesamtsystem aus Tracking, Rendering und LED-Ausgabe muss so ausgelegt sein, dass eine zeitlich konsistente und synchronisierte Bilddarstellung gewährleistet ist.

Die Aktualisierungsraten von Tracking-System, Rendering-Pipeline und LED-Ausgabe müssen aufeinander abgestimmt sein, sodass keine sichtbaren

Asynchronitäten, Bildsprünge oder Inkonsistenzen zwischen Nutzerbewegung und visueller Darstellung auftreten.

Insbesondere bei bewegungsabhängiger Perspektivkorrektur muss sichergestellt sein, dass alle LED-Flächen frame-synchron aktualisiert werden.

Im Folgenden sind die wesentlichen Anforderungen an das Tracking-System tabellarisch aufgeführt:

Bezeichnung	Anforderung
Kamerasystem	- Mind. 6 Trackingkameras inkl. Verkabelung - Markerbasiertes optisches IR-Tracking (6 DoF) - Unterstützung passiver und aktiver Marker - Flächendeckende Erfassung des CAVE-Volumens ohne wahrnehmbare Trackingaussetzer im vorgesehenen Nutzungsbereich - Kamera-Controller per Web-Interface oder Software konfigurierbar
Trackbare Targets	- Mind. 12 trackbare Targets gesamt - Mind. 2 Masterbrillen mit jeweils mind. 4 zugeordneten 3D-Brillen für die Follower - Mind. 1 Controller (RF) pro Masterbrille - Mind. 1 zusätzliches, separat trackbares Objekt möglich - Passive und aktive Marker entsprechend der trackbaren Targets inkl. Ersatzmarker - Eindeutige Identifikation der Targets (z. B. Marker-ID), optionale visuelle Kennzeichnung
Multi-User Fähigkeit	- Mind. 2 simultane Master-User - Alle Master-User können sich selbstständig im virtuellen Raum bewegen - Mind. 1 Nutzer kann per virtuellem Pointer auf Objekte oder Positionen zeigen, sichtbar für alle Nutzer
Tracking-Frequenz	- Native Kamerafrequenz ≥ 120 Hz - Höhere Frequenzen zulässig - Interne Filter- oder Prädiktionsverfahren zulässig, sofern keine wahrnehmbaren Artefakte entstehen
Tracking-Latenz (Sensor)	≤ 10 ms (Markerbewegung $\rightarrow$ 6-DoF-Pose)
End-to-End-Latenz	Sicherstellung geringer End-to-End-Latenz für das Gesamtsystem (Tracking, Verarbeitung, Rendering, LED-Ausgabe)
Tracking-Präzision	- Positionsgenauigkeit $\leq 2,0$ mm - Rotationsgenauigkeit $\leq 0,3^\circ$ - Jitter (Stillstand) $\leq 0,5$ mm
Systemkonfiguration	Kalibrierung und Betrieb über Web-Interface oder Software

c. Netzwerk

Der Auftragnehmer muss mindestens ein Netzwerk mit hoher Datenbandbreite für das Laden von großen dreidimensionalen Daten und ein Netzwerk mit Low Latency

für die Synchronisation der Workstations für den Betrieb des CAVE-Systems bereitstellen und die vollständige Konzeption, Lieferung, Installation, Konfiguration und Dokumentation sämtlicher hierfür erforderlicher Verkabelung inklusive aktiver und passiver Komponenten übernehmen. Der Auftraggeber stellt den Stromanschluss bis zur CAVE bereit (s.o.). Für die stromrelevante Verkabelung innerhalb des Systems und der Systemkomponenten sowie für jegliche weitere notwendige Verkabelung ist der Auftragnehmer zuständig. Für die Verbindung zwischen Serverraum und Cave-Standort steht ein Hohlraumboden (mit einer Höhe von 20 cm) des Gerichtssaals zur Verfügung, welcher bevorzugt zu nutzen ist. Dieser ist mit einem Anschlussraum (mit ca. 35 m Entfernung) verbunden, welcher ein Leerrohr (DN200, mit einer Länge von ca. 65 m) zum Serverraum enthält. Eine Zugschnur zum Durchziehen der Kabel wird vom Auftraggeber bereitgestellt. Hierbei sind die geltenden Brandschutzvorschriften zwingend einzuhalten. Die Netzwerke müssen die hohen Anforderungen an Bandbreite, Latenz, Zuverlässigkeit und Verwaltungsfähigkeit erfüllen, die für Echtzeit-Rendering, Tracking-Datenströme und die Kommunikation zwischen Render-Servern, Workstations und LED-Control-Systemen erforderlich sind. Große Datenmengen von bis zu 600 GB von beispielsweise Punktwolken sind zudem bei der Auslegung der Netzwerk- und Speicheranbindung (insbesondere bei der Technologiewahl aufgrund der Gesamtdistanz von ca. 100 m) zu berücksichtigen, ohne den Echtzeitbetrieb zu beeinträchtigen.

Die Netzwerke sind als strukturiertes Layer-2/Layer-3-Netzwerk mit geeigneter Segmentierung (z. B. VLANs) auszulegen und müssen die Integration in die bestehende IT-Infrastruktur des Auftraggebers ermöglichen. Die PoE-Versorgung einzelner Komponenten (z. B. Kameras oder Steuergeräte) ist bei Bedarf vorzusehen.

Die Auswahl und Dimensionierung der Switch-Infrastruktur muss so erfolgen, dass latenzarme, jitterfreie und skalierbare Datenübertragungen zwischen allen beteiligten Systemkomponenten gewährleistet sind. Hierbei sind redundante Pfade und geeignete Hochverfügbarkeitsmechanismen vorzusehen. Optional ist ein KVM-over-IP-System zu integrieren, das sowohl lokalen als auch entfernten Zugriff auf zentrale Server und Workstations erlaubt. Die zugehörige KVM-Konsole muss so bereitgestellt werden, dass eine komfortable Administration vor Ort möglich ist.

Der Auftragnehmer erstellt ein vollständiges Netzwerk- und Verkabelungskonzept, das insbesondere Topologie, Bandbreiten, Redundanzkonzepte, Namens- und Portkonventionen, Kabelmanagement sowie zukünftige Erweiterbarkeit berücksichtigt. Die finale Version des Konzepts hat nach Vertragsschluss in Abstimmung mit dem Auftraggeber zu erfolgen und entsprechend von diesem

freigegeben werden. Der Betrieb der Netzwerke muss den vertraglichen Sicherheitsanforderungen entsprechen (vgl. **Ziffer 1.1** EVB-IT Systemvertrag). Außerdem müssen sie kompatibel mit dem gehärteten Betriebssystem der IT-Infrastruktur sein und den BSI-Regularien entsprechen. Bei Bedarf sind nach Absprache mit Auftraggeber Anpassungen möglich. Der Auftragnehmer muss sich zudem mit der BITBW und dem Auftraggeber abstimmen und die vorgegebenen sicherheitsrelevanten Konfigurationsparameter umsetzen.

Alle Systemkomponenten sind so zu konfigurieren, dass Administration, Monitoring, Fehlersuche und Dokumentation klar strukturiert, nachvollziehbar erfolgen können.

Im Folgenden sind die wesentlichen Anforderungen an die Netzwerke tabellarisch aufgeführt:

Bezeichnung	Anforderung
Netzwerkswitches	Leistungsfähige, gemanagte Switch-Infrastruktur mit mehreren Performance-Stufen (z. B. Access / Aggregation / Core)
Hochleistungs-Datenverteilung	Netzwerkarchitektur für latenzarme, hochbandbreitige Datenströme zwischen Rechen- und Visualisierungseinheiten und Netzwerkarchitektur mit hoher Datenbandbreite für das Laden von großen dreidimensionalen Daten
Konsole	Lokale Administrations- und Wartungskonsole
Konzeption & Umsetzung	Vollständiges Netzwerk- und Verkabelungskonzept durch den Auftragnehmer
Sicherheit	Abstimmung und Umsetzung gemäß Sicherheitsvorgaben der Justiz (inkl. BITBW)
Verkabelung	Fachgerechtes, dokumentiertes Kabelmanagement

2.4 VR-Brillen

Die mobilen VR-Brillen müssen den Einsatz in gerichtlichen Verfahren sowohl zur Verfahrensvorbereitung als auch zur Präsentation unterstützen. Jeweils drei VR-Brillen sind am Oberlandesgericht Stuttgart sowie an mindestens vier weiteren Standorten (Gerichte und Staatsanwaltschaften) zu nutzen und müssen sicher von allen Verfahrensbeteiligten verwendet werden können.

Die VR-Brillen müssen eine hochaufgelöste, stereoskopische Darstellung von dreidimensionalen Inhalten ermöglichen, die eine realitätsnahe Wahrnehmung von Räumen, Objekten und Beweismitteln erlaubt. Die Darstellung muss flüssig erfolgen und für längere Nutzungsszenarien von mindestens 1,5 Stunden geeignet sein. Das Sichtfeld muss ausreichend groß sein, um räumliche Zusammenhänge ohne häufige Kopf- oder Positionswechsel erfassen zu können.

Die VR-Brillen müssen über ein Inside-Out-Tracking verfügen, das eine präzise Positions- und Bewegungsverfolgung des Nutzers im Raum ermöglicht. Die Nutzung muss sowohl im Stehen als auch im Sitzen möglich sein. Mehrere Meter große Nutzungsflächen müssen ohne zusätzliche externe Sensorik unterstützt werden. Zusätzlich muss die Interaktion über 6-DoF-Controller möglich sein.

Die VR-Brillen müssen über integrierte Audio-Einheiten verfügen, die eine verständliche akustische Wiedergabe ermöglichen. Die Audio-Funktionen müssen für den Einsatz in ruhigen Innenräumen geeignet sein.

Der Betrieb der VR-Brillen muss sowohl autark (Standalone-Betrieb) als auch angebunden an externe Rechnersysteme möglich sein. Die Anbindung muss kabelgebunden und drahtlos erfolgen können und eine hochauflösende, latenzarme Darstellung externer, dreidimensionaler Inhalte ermöglichen. Für die autarke Anwendung sind weniger komplexe dreidimensionale Inhalte (z. B. 360°-Aufnahmen) vorgesehen. Die VR-Brillen müssen gängige Schnittstellen und Übertragungsstandards unterstützen.

Die VR-Brillen müssen auch für mobile Nutzungsszenarien geeignet sein und dürfen keine dauerhafte externe Stromversorgung erfordern. Ein Akkutauch während des Betriebs (Hot-Swap) soll möglich sein, um Unterbrechungen so kurz wie möglich zu halten.

Die VR-Brillen müssen ergonomisch gestaltet sein und einen komfortablen Einsatz über längere Zeiträume von mindestens 1,5 Stunden ermöglichen. Sie müssen für unterschiedliche Kopf- und Gesichtsformen geeignet sein und auch mit Sehhilfen genutzt werden können. Die verwendeten Materialien müssen für den Mehrpersoneneinsatz geeignet und leicht zu reinigen und zu desinfizieren sein (vgl. Hygiene- und Reinigungskonzept nach **Ziffer 12.2** EVB-IT Systemvertrag).

Im Folgenden sind die wesentlichen Anforderungen an die VR-Brillen tabellarisch aufgeführt:

Bezeichnung	Anforderung
Allgemein	• 18 eigenständige VR-Brillen ohne externe Basisstationen • Kabelloser Betrieb (Standalone-Betrieb)

	• Unterstützung von 6-DoF-Tracking (Positions- und Rotationsverfolgung)
Anzeige	• Stereoskopisches Display (binokular) • Auflösung mindestens 2.400 × 2.400 Pixel pro Auge • Bildwiederholrate mindestens 90 Hz • Sichtfeld mindestens 110° horizontal
Tracking und Sensorik	• Inside-Out-Tracking mit integrierten Kameras • Unterstützung von Raumtracking für stehende und sitzende Nutzung • Unterstützung von Controller-Tracking (6-DoF)
Audio	• Integrierte Lautsprecher
Rechenleistung und Speicher	• Integrierter XR-fähiger Prozessor • Arbeitsspeicher mindestens 12 GB RAM • Interner Speicher mindestens 128 GB • Erweiterbarer Speicher über Speicherkartenslot
Konnektivität	• USB-C-Schnittstelle • Unterstützung einer kabelgebundenen Bildübertragung (z. B. DisplayPort-fähig)
Energieversorgung	• Akkulaufzeit mindestens 1,5 Stunden
Ergonomie und Hygiene	• Nutzung mit Sehhilfen möglich • Anpassbar an unterschiedliche Kopfgrößen • Polster und Auflageflächen leicht zu reinigen oder austauschbar

2.5 Installation, Aufbau und Betrieb

Der Auftragnehmer ist für die vollständige Planung, Installation, den Aufbau sowie den sicheren und nachhaltigen Betrieb des CAVE-Systems und der VR-Brillen verantwortlich. Ziel ist die Bereitstellung eines funktionsfähigen, stabilen und in die bestehende IT- und Gebäudestruktur der Justiz integrierten Gesamtsystems, das den Anforderungen des gerichtlichen Betriebs entspricht.

a. Montage und Inbetriebnahme

Der Auftragnehmer hat ein ganzheitliches Installations- und Montagekonzept vorzulegen und umzusetzen, das die örtlichen, baulichen und betrieblichen Rahmenbedingungen berücksichtigt. Die finale Version des Konzepts muss mit dem Auftraggeber abgestimmt und von diesem freigegeben werden. Hierzu zählt insbesondere die Berücksichtigung der Distanz zwischen dem vorgesehenen Workstationcluster und dem CAVE-System sowie die Sicherstellung einer störungsfreien, latenzarmen Signalübertragung. Die Lage des Arbeitsplatzes zur Steuerung des CAVE-Systems im Gerichtssaal sowie dessen Anbindung an die vorhandenen 2D-Powerwalls sind in Abstimmung mit dem Auftraggeber festzulegen. Der Serverraum liegt ca. 100 m vom Gerichtssaal entfernt und muss entsprechend berücksichtigt werden. Zudem muss aus dem Konzept hervorgehen, in welcher Reihenfolge die Systemkomponenten aufgebaut werden, wie das Gewicht und die Dimensionen der CAVE-Komponenten berücksichtigt werden und wie die Baustelle so organisiert wird, dass der laufende Gerichtsbetrieb möglichst wenig beeinträchtigt wird. Hierbei ist insbesondere die eingeschränkte zeitliche Verfügbarkeit des Gerichtssaals zu berücksichtigen, welche durch den Auftraggeber bereitgestellt wird. Umbaumaßnahmen sind grundsätzlich nur in eng begrenzten Zeitfenstern möglich (z. B. in zusammenhängenden Sommer- oder Winterpausen oder an Wochenenden bzw. sitzungsfreien Tagen). Sofern der Aufbau des CAVE-Systems innerhalb des Gerichtssaals über nicht zusammenhängende Zeiträume geschieht, muss die Baustelle so hinterlassen werden, dass die Gerichtsverhandlungen nicht beeinträchtigt werden (z. B. durch Staubentwicklung, herumliegendem Verpackungsabfall oder vergleichbar). Hierfür muss der Auftragnehmer in Abstimmung mit dem Auftraggeber und Vermögen und Bau, den grundlegenden Zeit- und Phasenplan aus dem Vertrag verfeinern, vorlegen sowie umsetzen, der ggf. auch Arbeiten außerhalb der regulären Arbeitszeiten berücksichtigt.

Das CAVE-System ist direkt an der vorgesehenen Wand- bzw. Bodenfläche zu montieren. Die Montage des CAVE-Systems ist dabei konstruktiv so auszuführen,

dass eine optimale Verteilung der Lasten auf Wand- bzw. Bodenfläche sichergestellt ist. Ein rückseitiger Wartungsabstand ist nicht vorgesehen; sämtliche Wartungs- und Servicearbeiten müssen von der Frontseite aus möglich sein. Bauliche Details zur Wand- oder Bodenverankerung sowie statische Anforderungen werden dem Auftragnehmer zur Verfügung gestellt (siehe dazu die **Anlage Bodenaufbau**) und sind bei der Montageplanung zwingend zu berücksichtigen. Hinsichtlich des CAVE-Systems ist zu berücksichtigen, dass die entstehende Abwärme den bereits bestehenden, darüber hängenden 2D-Bildschirm nicht gefährdet (insbesondere ist die Betriebstemperatur zu beachten). Die Montage hat in enger Abstimmung mit dem Oberlandesgericht Stuttgart sowie mit Vermögen und Bau zu erfolgen; erforderliche statische oder brandschutzrelevante Prüfungen und daraus folgende Maßnahmen sind gemeinsam mit dem Auftraggeber zu koordinieren.

Weiterhin ist ein Projekt- und Kommunikationsdokument zeitnah nach Vertragsschluss bzw. zu Projektbeginn dem Auftraggeber vorzulegen, der die Freigabe erteilt. Das Dokument muss klare Ansprechpartner, Verantwortlichkeiten sowie den Einsatz etwaiger Subunternehmer beschreiben. Für sämtliche Personen, die Montage- oder Installationsarbeiten im Gerichtsgebäude durchführen, sind die erforderlichen Zuverlässigkeits- bzw. Sicherheitsüberprüfungen zu dulden, sowie die hierzu erforderlichen Informationen und Unterlagen rechtzeitig beizubringen (Richtwert: vier Wochen) (vgl. **Ziffer 12.1** EVB-IT Systemvertrag). Diese sind Voraussetzung dafür, dass sich das Personal unbegleitet im Gerichtsgebäude bewegen darf.

Im Rahmen der Inbetriebnahme hat der Auftragnehmer die für den Betrieb des CAVE-Systems und der VR-Brillen erforderliche Software vollständig, funktionsfähig und betriebsbereit zu installieren und zu konfigurieren. Als zentrale Visualisierungssoftware ist verbindlich die Open Source Software COVISE einzusetzen. COVISE ist als integraler Bestandteil der Lösung zur Darstellung und interaktiven Visualisierung der im Virtual Court eingesetzten Szenen, Daten und Inhalte zu nutzen. Die Visualisierung des Systems muss tatsächlich und nachweisbar auf COVISE basieren. Die Installation und Konfiguration von COVISE einschließlich aller für den vorgesehenen Einsatz erforderlichen zusätzlichen Software-Bestandteile (ohne deren Installation und Konfiguration ein produktiver Betrieb von COVISE nicht möglich wäre), Laufzeitumgebungen, Middleware-Komponenten und Schnittstellen hat so zu erfolgen, dass das Gesamtsystem nach Abschluss der Inbetriebnahme ohne zusätzliche Implementierungs- oder Integrationsleistungen durch den Auftraggeber produktiv nutzbar ist. Dies umfasst insbesondere das Rendering- und Interaktionsfrontend OpenCOVER, erforderliche COVISE-Module, Kommunikations- und Synchronisationsmechanismen für Mehrrechner- und Mehrkanalbetrieb sowie die

softwareseitige Anbindung von Tracking- und Eingabegeräten über die vorgesehenen Schnittstellen.

Der Auftragnehmer hat sicherzustellen, dass sämtliche Softwarekomponenten konsistent konfiguriert sind, gemeinsam lauffähig betrieben werden können und für den vorgesehenen Betrieb vorbereitet sind. Hierzu zählt auch die Bereitstellung einer lauffähigen Standardkonfiguration, mit der die Funktionsfähigkeit der Installation überprüfbar ist. Testdaten, welche typische Datensätze in der späteren Nutzung darstellen, werden hierfür vom Auftraggeber bereitgestellt. Diese werden einen Punktwolkendatensatz (Richtwert 320 Mio. Punkte) mit vorgegebenem Kamerapfad beinhalten, der mit mindestens 30 FPS und ohne den Detailgrad anzupassen (ohne Nutzung von Level of Detail) durchlaufen werden muss.

Die Anbindung der im Virtual Court genutzten Daten kann – abhängig von den durch den Auftraggeber festzulegenden Rahmenbedingungen – lokal, über Netzwerkstrukturen des Auftraggebers oder über gesicherte externe Anbindungen erfolgen. Der Auftragnehmer hat sicherzustellen, dass das Gesamtsystem technisch für die jeweils vorgegebenen Anbindungsarten geeignet ist. Die konkrete Ausgestaltung der Datenanbindung wird durch den Auftraggeber festgelegt.

Die Zusammenarbeit mit der BITBW ist insbesondere im Hinblick auf Paketierung, Freigabe (bei der Software z.B. durch Bereitstellung eines Installationspakets oder des Codes) und Betrieb der eingesetzten Hardware- und Softwarekomponenten sicherzustellen (vgl. **Ziffer 1.1 und 4.3** EVB-IT Systemvertrag).

Die VR-Brillen sind so zu konfigurieren, dass keine Sensordaten oder Nutzungsdaten unkontrolliert an Dritte übertragen werden. Dies kann in Zusammenarbeit mit der BITBW bzw. durch entsprechende Konfiguration der weiteren Systemumgebung umgesetzt werden. Hierzu hat der Auftragnehmer eine entsprechende Konfigurations- und Datenschutzdokumentation in Abstimmung mit dem Auftraggeber zu erstellen und entsprechend von diesem freigeben zu lassen. Die VR-Brillen müssen vollständig mit der eingesetzten Visualisierungssoftware kompatibel sein und einsatzfertig ausgeliefert werden. Dies schließt die Installation der erforderlichen Software auf den vom Auftraggeber bereitgestellten Notebooks und Workstations in Abstimmung mit BITBW ein.

b. Vorhalten kritischer Ersatzkomponenten

Zur Sicherstellung des kontinuierlichen Betriebs des CAVE-Systems sind kritische Ersatzkomponenten vorzuhalten.

Als kritisch im Sinne der Produktions- und Lieferzeiten gelten insbesondere Komponenten, die integraler Bestandteil der Anzeige-, Steuer- und

Synchronisationsinfrastruktur sind und deren kurzfristiger Ersatz aufgrund hersteller-, produktions-, serien- oder versionsabhängiger Ausprägungen nicht in allen Fällen sichergestellt werden kann.

Hierzu zählen insbesondere:

1. LED-Module sowie weitere Komponenten des Anzeige-Subsystems, bei denen aufgrund produktions- oder chargenabhängiger Eigenschaften eine homogene Bild-, Farb- und Helligkeitsdarstellung nur bei identischer Ausführung gewährleistet ist,
2. zugehörige Steuereinheiten auf Modul- bzw. Cabinet-Ebene, deren Ersatz hersteller- und versionsabhängig ist und deren kurzfristige Verfügbarkeit nicht in allen Fällen sichergestellt werden kann,
3. zentrale Steuer- und Verteilungskomponenten der Anzeige-Infrastruktur, die als Single-Point-of-Failure wirken können und deren Ersatz oder temporäre Substitution gesondert zu berücksichtigen ist, sowie
4. systemabhängige Komponenten der Synchronisations- und Ansteuerungskette, bei denen weniger die reine Beschaffung als vielmehr die Kompatibilität und der Wiederherstellungs- bzw. Rekonfigurationsaufwand relevant ist.

Für die vorgenannten Komponenten bestehen marktbedingt verlängerte Produktions- und Lieferzeiten bzw. hersteller- und versionsabhängige Verfügbarkeiten. Ziel ist nicht die vollständige Vorhaltung redundanter Systeminfrastrukturen, sondern die angemessene Berücksichtigung dieser Risiken im Rahmen des Systemservice.

2.6 Schulungen

Der Auftragnehmer muss durch den Auftraggeber ausgewählte Beschäftigte des Auftraggebers so schulen, dass diese das Gesamtsystem entsprechend ihrer jeweiligen Rolle auf zwei definierten Qualifizierungsstufen (Operatoren und VR-Stelle) fehlerfrei bedienen können. Ziel ist die Ausbildung von sogenannten Operatoren sowie einer VR-Stelle beim IuK-Fachzentrum Justiz am Oberlandesgericht Stuttgart.

1. Operatoren:

Beschäftigte des Auftraggebers (technische Laien) sind durch Schulungen zur fehlerfreien Bedienung des CAVE-Systems und der VR-Brillen zu befähigen. Die Operatoren müssen in die Lage versetzt werden, das Gesamtsystem im Regelbetrieb zu starten, zu konfigurieren und zu bedienen, Nutzer während der Anwendung zu unterstützen sowie bei einfachen Störungen erste Maßnahmen zu ergreifen. Insgesamt sind ca. 20 Personen als Operatoren zu schulen.

2. VR-Stelle beim IuK-Fachzentrum Justiz am Oberlandesgericht Stuttgart:

Am IuK-Fachzentrum Justiz bei dem Oberlandesgericht Stuttgart sollen eine Stelle sowie eine Vertretungsstelle geschaffen werden (Fachinformatiker oder vergleichbare Ausbildung), welche zentrale Ansprechpartner des Auftraggebers für das Gesamtsystem sowie darauf darzustellende VR-Inhalte sind. Für diese VR-Stellen ist ein vertieftes Schulungsniveau vorzusehen. Diese Schulungen müssen eine weitergehende CAVE- und VR-Brillen-Expertise vermitteln und insbesondere die fachliche und technische Aufbereitung von durch Sachverständige oder andere Externe bereitgestellten und hochgeladenen VR-Inhalten umfassen. Die VR-Stelle muss befähigt werden, VR-Inhalte zu prüfen, aufzubereiten, anzupassen und für den Einsatz im CAVE-System sowie mit VR-Brillen eigenständig vorzubereiten. Insgesamt sind zwei Personen als VR-Stellen zu befähigen.

Die Schulungen müssen sowohl die Bedienung der Hardware und Software als auch Best-Practice-Szenarien für unterschiedliche Nutzungssituationen umfassen. Darüber hinaus sind typische Fehlerquellen, empfohlene Vorgehensweisen sowie „Do’s“ und „Don’ts“ zu vermitteln. Der Fokus liegt auf der Etablierung von nachhaltigen Schulungsunterlagen, die den langfristigen Betrieb des Systems im Justizalltag unterstützen.

3. Anlagen

(a.) Datenblatt Workstations

(b.) Datenblatt Notebooks

(c.) Bodenaufbau