

Erweiterung eines virtuellen Klassenzimmers zur Verbesserung der Zugänglichkeit für Blinde

Wiebke Köhlmann¹, Nils Dressel¹, Dustin Wegner¹

Abstract: Virtuelle Klassenzimmer ermöglichen die Durchführung von Veranstaltungen in Echtzeit an verteilten Standorten. Die Teilnahme von blinden Lernenden wird jedoch durch vielfältige Barrieren behindert. Dieser Beitrag beschreibt eine prototypische Erweiterung des virtuellen open-source Klassenzimmers BigBlueButton um ein Aktivitätsprotokoll, Konfigurationsmöglichkeiten, eine Notiz- und Beschreibungs-Funktion sowie die Verbesserung der Screenreader-Kompatibilität und Aufzeichnungswiedergabe mit dem Ziel der Verringerung von Zugänglichkeitsbarrieren für Blinde.

Keywords: Barrierefreiheit, Inklusion, Menschen mit Beeinträchtigung, blind, virtuelle Klassenzimmer, kollaboratives Lernen, E-Learning, Mensch-Maschine-Interaktion

1 Einleitung

Virtuelle Klassenzimmer sind synchrone Konferenzsysteme zur Durchführung von Veranstaltungen in Echtzeit an verteilten Standorten [FH12]. Sie können viele Eigenschaften einer Präsenzlehr- bzw. -lernsituation mit Hilfe von synchroner Kommunikation und Medieneinsatz (bspw. mit Chat, Audio- und Videokonferenz und dynamischem Whiteboard) abbilden. Inklusion und die Verwendung interaktiver und kollaborativer E-Learning-Werkzeuge gewinnen in Bildungsbereichen an Bedeutung. Jedoch entstehen bei der Verwendung von Anwendungen, wie bspw. virtuellen Klassenzimmern, neue Barrieren für Lernende mit Beeinträchtigungen aufgrund zunehmender Verwendung grafischer, dynamischer und synchroner Inhalte und Bedienoberflächen. Der Zugang zu Information erfolgt für blinde Lernende mittels technischer Hilfsmittel, meistens mit Sprachausgabe über einen Screenreader und taktile Ein-/Ausgabegeräte, sogenannte Braille-Zeilen. Damit erfolgt die Ausgabe textbasiert und linear – grafische Darstellungen, dynamische visuelle Medien, strukturelle und räumliche Zusammenhänge sowie parallele Ereignisse können mit diesen Hilfsmitteln nicht abgebildet werden, auch wenn die Bedienung mittels Screenreader von der Anwendung u. a. durch Tastaturbefehle für alle Funktionen und einer logischen Tabulator-Reihenfolge unterstützt wird.

Nachfolgend wird die Barrierefreiheit virtueller Klassenzimmer beschrieben und das virtuelle Klassenzimmer BigBlueButton [BBB15] vorgestellt. Darauf werden die vorgenommenen Erweiterungen von BigBlueButton um alternative Konzepte zur Verbesserung der Barrierefreiheit beschrieben.

¹ Universität Potsdam, Institut für Informatik und Computational Science, August-Bebel-Str. 89, 14482 Potsdam, wiebke.koehlmann@uni-potsdam.de, ndressel@uni-potsdam.de, dustin.wegner@uni-potsdam.de

2 Barrierefreie virtuelle Klassenzimmer

2.1 Richtlinien

Für die barrierefreie Gestaltung von Webseiten und Anwendungen existieren verschiedene Richtlinien mit unterschiedlichen Ausprägungen bspw. in Bezug auf den Typ der Zielanwendungen. Empfehlungen aus verschiedenen Richtlinien (u. a. [DIN06, IMS04, W3C08]) ergänzen sich in Hinblick auf relevante Zugänglichkeitsaspekte für virtuelle Klassenzimmer. Erweitert durch weitere Gestaltungshinweise ergeben sich daraus konkrete Richtlinien für die barrierefreie Gestaltung virtueller Klassenzimmer [Kö14]. Nachfolgend werden die wichtigsten Richtlinien und Maßnahmen zusammengefasst:

- 1) Wahrnehmung:** Alle Inhalte müssen für alle Nutzer wahrnehmbar und vorhersehbar sein. Für alle Nicht-Text-Objekte müssen Alternativen oder Beschreibungsmechanismen angeboten werden und die Wahrnehmung von Änderungen muss ermöglicht werden.
- 2) Navigation:** Alle Mausaktionen müssen auch mit der Tastatur ausführbar sein. Zum Ansteuern von und Wechseln zu wichtigen Elementen müssen Tastaturlbefehle verfügbar sein. Die Navigation in zeitbasierten Medien ist mittels Zeitleiste zu ermöglichen.
- 3) Orientierung:** Die Bedienoberfläche soll einer klaren und logischen Struktur folgen und Orientierungshilfen bieten. Mechanismen zum Erkennen von Beziehungen und Abhängigkeiten, bspw. mittels Hyperlinks, sollten verfügbar sein.
- 4) Interaktion:** Alle Nutzenden müssen gleichberechtigt teilhaben können. Eine (Eingabe-)Unterstützung mittels kontextsensitiver Rückmeldungen sollte angeboten werden.
- 5) Semantik:** Die Abhängigkeiten und Verbindungen zwischen Inhaltselementen müssen erkennbar und die Autoren von Beiträgen müssen identifizierbar sein.
- 6) Geschwindigkeit:** Teilnehmende sollen in der Lage sein die Veranstaltung und Inhalte in ihrer eigenen Geschwindigkeit mit eigenen technischen Hilfsmitteln zu wiederholen. Dafür muss eine individuelle Kontrolle zeitbasierter Medien gewährleistet werden.
- 7) Soziale Präsenz:** Der eigene Teilnehmerstatus und der Anderer muss erkennbar sein.
- 8) Konfiguration:** Zur Anpassung der Anwendung an persönliche Bedürfnisse sollten profilbasierte Anpassungen der Bedienoberfläche, Inhaltspräsentation, Interaktionsmodalitäten und Benachrichtigungsmechanismen verfügbar sein.
- 9) Hilfestellung:** Eine Unterstützung bei Eingaben und der Orientierung sollte vorhanden sein. Alle Teilnehmenden sollten in der Lage sein, anderen Teilnehmenden Hilfestellung zu leisten und Inhalte anderer zu kontrollieren.

2.2 Verwandte Arbeiten

Untersuchungen zu der Barrierefreiheit virtueller Klassenzimmer sind eher selten. Daher werden nachfolgend auch Anwendungen mit verwandter Funktionalität zu virtuellen Klassenzimmern beschrieben.

Um ein dynamisches Whiteboard in einem virtuellen Klassenzimmer zugänglich zu gestalten, integrieren [Fr10] einen menschlichen Übersetzer, welcher alle nicht-visuellen Inhalte in textueller Form in Echtzeit beschreibt. Dies bedarf einer umfassenden Vorbereitung von Lehrkraft und Übersetzendem und ist bei häufigem Einsatz sehr kostenintensiv. [SCM14] analysieren die Zugänglichkeit von virtuellen Klassenzimmern und entwickeln weiterhin ein kollaboratives Whiteboard mit grundlegenden Funktionen unter Berücksichtigung gängiger Barrierefreiheits-Richtlinien. Die Plattform unterstützt u.a. Alternativtexte für Nicht-Text-Elemente, ARIA-Attribute, verschiedene Geräte (Maus, Tastatur u.a.) zur Verwendung der Whiteboard-Funktionen, Tastaturkürzel, Tabulator-Index, Screenreader-Unterstützung für das Chat-Werkzeug, das Bewegen von editierbaren Elementen mittels Tastatur und auditive Benachrichtigungen über Änderungen.

Barrieren in Bezug auf Informationsüberlastung, eine Vermischung von Inhalt und Struktur wie am Beispiel von Google Docs beschrieben [Mo11], treten auch in virtuellen Klassenzimmern auf. Zur besseren Verwendbarkeit durch blinde Nutzende wurde die Tastatur- und Screenreader-Unterstützung von Google Docs durch [Mo11] verbessert, so dass die Werkzeug-Elemente bedienbar sind und Texteigenschaften auch mittels Tastaturkürzeln geändert werden können. Sowohl für Google Docs als auch für ein Wiki-basiertes System für Menschen mit Beeinträchtigungen [Me11] wurde ein zugänglicher WYSIWYG-Editor integriert.

2.3 Maßnahmen der Hersteller

Um den Zugang für blinde Teilnehmende an Veranstaltungen in virtuellen Klassenzimmern zu erleichtern, integrieren Hersteller einfache Barrierefreiheitsfunktionen in ihre Lösungen. Diese umfassen bspw. eine vollständige Tastaturunterstützung mit logischer Tabulator-Reihenfolge und Tastaturkürzeln, Audio-Benachrichtigungen und Screenreader-Unterstützung. Einige virtuelle Klassenzimmer bieten weitere Funktionen an, bspw.:

- Ein Aktivitätsfenster dokumentiert die Ereignisse einer Sitzung mit ihren Zeitstempeln und Inhalten [Bl14].
- Eine Beschreibungsfunktion ermöglicht die Eingabe von Alternativtexten für dargestellten Inhalt [Bl14, TC08].
- Zugängliche Aufzeichnungen ermöglichen es Teilnehmenden die Aufzeichnungen in ihrem eigenen Tempo zu wiederholen [Bl14].
- Konfigurierbare Audiobenachrichtigungen und Tastaturkürzel ermöglichen Anpassung der Bedienoberfläche an die Bedarfe der Teilnehmenden [Bl14, TC08].

2.4 Alternative Konzepte für barrierefreie virtuelle Klassenzimmer

Allein auditive Benachrichtigungen über Ereignisse (vgl. [SCM14]) sind nicht ausreichend, um alle Änderungen wahrnehmen zu können. Die Ergänzung um ein Aktivitätsprotokoll (vgl. [Bl14]) unterstützt das Verfolgen des Sitzungablaufs auch für langsam kommunizierende Nutzende. Trotz der Möglichkeit der Bedienbarkeit des Whiteboards mit der Tastatur (vgl. [SCM14]), sind semantische Zusammenhänge der Elemente nur schwer erkennbar. Weiterhin hat ein blinder Nutzender zwar die Möglichkeit, Whiteboard-Elemente zu editieren, aber nicht diese zu erstellen. Um alle Elemente auf dem Whiteboard erfassen zu können, sind alternative Beschreibungen erforderlich, aber nicht immer sind zusätzliche menschliche Ressourcen wie bei [Fr10] dazu verfügbar.

Bestehende Ansätze zur Verbesserung der Barrierefreiheit virtueller Klassenzimmer – insbesondere für blinde Teilnehmende – sind wichtig, jedoch erfüllen diese nicht alle relevanten Richtlinien [Kö14]. Daher wurden auf dieser Basis weiterführende alternative Bedienkonzepte für virtuelle Klassenzimmer entwickelt und durch Benutzertests mit blinden Probanden mittels taktilem Paper-Prototyping bestätigt [KL15]. Diese umfassen, neben grundlegenden Anpassungen wie Tastaturunterstützung und Screenreader-Kompatibilität, u. a. eine Beschreibungsfunction für Objekte auf dem Whiteboard, die Möglichkeit verwandte Inhalte zu verlinken (bspw. eine Frage im Chat mit dem entsprechenden Element auf dem Whiteboard) und Lesezeichen zu setzen, ein Aktivitätsprotokoll zur linearen Dokumentation aller Ereignisse im virtuellen Klassenzimmer mit Zeitstempel und Möglichkeiten zur Interaktion mit dem Whiteboard durch blinde Teilnehmende.

3 BigBlueButton

BigBlueButton [BBB15] ist ein virtuelles Klassenzimmer unter der Lizenz *GNU Lesser General Public License (LGPL)* [LGPL15]. Es unterstützt die Funktionen Chat, Audio- und Videokonferenz, Whiteboard, Desktop-Sharing, Teilnehmendenliste und Aufzeichnungen. Analysen bezüglich der Richtlinienkonformität virtueller Klassenzimmer [SK13] und bezüglich der Bedienbarkeit mit Screenreadern [Kö15] zeigen, dass BigBlueButton das zugänglichste Open-Source-Klassenzimmer unter den untersuchten Lösungen ist. Da eigene Konzepte zur Verbesserung der Barrierefreiheit integriert und die Ausgabe für verschiedene Ausgabegeräte ermöglicht werden sollen, war die Verwendung einer Open-Source-Lösung naheliegend.

3.1 Barrierefreiheit von BigBlueButton

Laut der Anleitung von BigBlueButton [BBB13] sind Barrierefreiheitsfunktionen für das Chat-Modul (Tastaturnavigation, Eingabefeldfokussierung, Screenreader-Kompatibilität und Audiobenachrichtigungen), die Aufzeichnung und Wiedergabe (Zugang zu Texten von Präsentationen und des Chats) und allgemeine Anpassungsmöglichkeiten (skalierba-

re Fenster, Fenster mit Befehls liste der Tastaturkürzel sowie Tastaturlbefehle für Lokalisierung) vorhanden. Weiterhin existieren Richtlinien für Entwickelnde, die bei der Erweiterung von BigBlueButton beachtet werden müssen [BBB14]: logische Tabulator-Reihenfolge, Tastaturkürzel und Screenreader-Kompatibilität (JAWS² und NVDA³) über das Setzen eines accessibilityName im ActionScript⁴.

BigBlueButton wurde in der Version 0.9.0-beta verwendet, da diese Version ein aktuelles Betriebssystem unterstützt. Die stabile Version wurde im April 2015 nach Abschluss der nachfolgend beschriebenen Implementierungen veröffentlicht. Praktische Tests mit der Version 0.9.0-beta zeigten, dass eine Bedienung per Screenreader – entgegen der Herstellerangaben – nur eingeschränkt möglich war, da die Tabulator-Reihenfolge nicht immer konsistent und nicht alle Tastaturkürzel funktional waren [SK15]. Ein Auslesen der textuellen Folieninhalte ist in Version 0.9.0-beta nicht möglich und das Zeichnen auf dem Whiteboard kann von Nutzenden nicht wahrgenommen werden. Weiterhin führt der erforderliche Fensterwechsel zum Erfassen paralleler Aktionen zu einem Zeitverlust bei ohnehin verlangsamter Informationsaufnahme.

3.2 Bedienoberfläche

BigBlueButton unterstützt verschiedene Layouts zur Darstellung der Bedienoberfläche. Nachfolgend wird die Standard-Anordnung beschrieben (siehe Abb. 1). Im Zentrum der

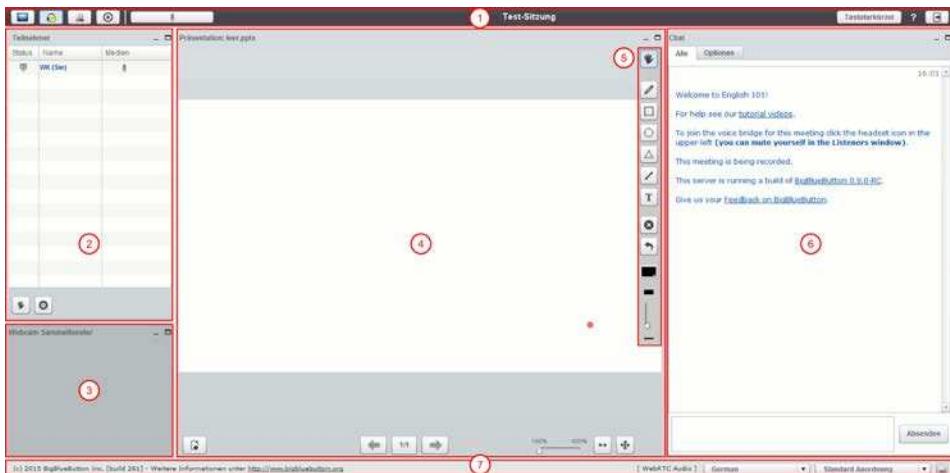


Abb. 1: Bedienoberfläche BigBlueButton v. 0.9.0, Präsentatoren-Ansicht. 1 Titelleiste, 2 Teilnehmerliste, 3 Video, 4 Präsentationsbereich, 5 Werkzeugeiste, 6 Chat, 7 Einstellungen

² JAWS ist ein Screenreader von Freedom Scientific, <http://www.freedomsci.de/prod01.htm>

³ NVDA ist ein freier Screenreader von NV Access, <http://www.nvaccess.org/>

⁴ ActionScript ist eine Programmiersprache von Adobe Systems für bspw. Adobe Flash oder Flex

Bedienoberfläche von BigBlueButton steht das Whiteboard (4) u. a. zum Anzeigen von Präsentationsfolien und Erstellen von Zeichnungen und Anmerkungen. Im Falle von Präsentatoren-Rechten werden zur Steuerung der Folien darunter Schaltflächen zur Navigation angezeigt und bei Mausbewegungen auf dem Whiteboard wird eine Werkzeugleiste (5) eingeblendet. Auf der linken Seite werden die Liste aller Teilnehmenden (2) und darunter vorhandene Videoübertragungen (3) angezeigt. Auf der rechten Seite ist das Chat-Fenster (6) angeordnet. Über allen Bereichen ist eine Leiste mit Schaltflächen (1) zum (De-)Aktivieren von Shared-Desktop-Übertragungen, dem Mikrofon, der Kamera und der Aufzeichnung sowie der Titel der Veranstaltung und rechts Schaltflächen zu einer Tastaturkürzelübersicht, zur Hilfe und zum Verlassen der Sitzung angeordnet. Unten neben den Urheberrechtsinformationen (7) können Sprach- und Layout-Einstellungen vorgenommen werden.

3.3 Systemarchitektur

Die Architektur von BigBlueButton besteht aus mehreren gekapselten Komponenten. Im Folgenden sind die Hauptkomponenten des Systems kurz beschrieben:

- *bigbluebutton-apps*: serverseitige red5 und web-apps (Java/Scala)
- *bigbluebutton-client*: Flash-/Flex-Client (MXML/ActionScript)
- *bigbluebutton-web*: Grails-App für Konferenzfunktionen und Logging (Java)
- *deskshare-app*: serverseitiges Desktop-Sharing (red5 web-app) (Java)
- *deskshare-applet*: Applet zum clientseitigen Screencapturing (Java)

In Abb. 2 ist die Verbindung zwischen Client und den BigBlueButton-Applikationen erkennbar. Alle dargestellten Applikationen sind serverseitige Module, die mit den jeweilig korrespondierenden Client-Modulen kommunizieren. Die Client-Module sind in dieser Abbildung jedoch nicht explizit abgebildet, sondern im Knoten *client* zusammen-

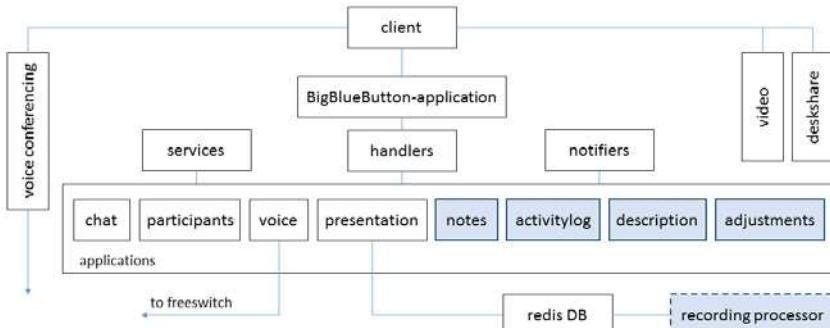


Abb. 2: Ausschnitt der Gesamt-Architektur: BigBlueButton-Applikationen (nach [BBB15]) mit neuen Modulen (blau schattiert) und angepasster Komponente für die Aufzeichnung (gestrichelt)

gefasst. Zur Anpassung und Erweiterung von BigBlueButton werden neue Module hinzugefügt und auf Serverkomponenten (*client*-Knoten) zugegriffen. Die Kommunikation für das Aktivitätsprotokoll erfolgt über die *services*, die Konfiguration greift auf die *notifiers* zu. Anpassungen zur Verbesserung der Screenreader-Kompatibilität erfolgen in den einzelnen Modulen.

4 Erweiterungen des virtuellen Klassenzimmers BigBlueButton

Nachfolgend werden von uns konzipierte und umgesetzte Erweiterungen des virtuellen Klassenzimmers BigBlueButton beschrieben. Dazu zählen die allgemeine Verbesserung der Barrierefreiheit und Screenreader-Kompatibilität, ein Aktivitätsprotokoll, eine Notizfunktion, eine Beschreibungsmöglichkeit für Whiteboard-Elemente und die Erweiterung der Aufzeichnungswiedergabe. Für die Anpassungen wurde aufgrund der Verbreitung und unserer Weiterentwicklung zu ermöglichen, Englisch als Sprache gewählt. Unterstützte Browser sind Firefox und Google Chrome, da bspw. der Internet Explorer die Tabulator-Reihenfolge nicht korrekt wiedergibt und die im .ogg⁵-Format gespeicherten Audioaufnahmen der Aufzeichnung nicht unterstützt.

4.1 Screenreader-Kompatibilität

Um eine grundlegende Bedienbarkeit mit Hilfe der Tastatur zu gewährleisten, müssen alle Bedienelemente mittels Tastatur erreichbar sein. Um Blinden die Bedienung zu ermöglichen, müssen zusätzlich Informationen zu der Funktionalität der Bedienelemente verfügbar sein, da ohne das Wissen über diese Funktionalität das reine Ansteuern mittels Tastatur keinen Mehrwert bietet. Neben einer logischen Tabulator-Reihenfolge durch alle Bedienelemente, sind Tastaturskürzel zum Ansteuern der wichtigsten Bedienelemente für eine schnelle Navigation hilfreich.

Tastaturskürzel

BigBlueButton bietet Tastaturskürzel zur Navigation an. Eine Liste der verfügbaren Befehle kann in einem zusätzlichen Fenster eingeblendet werden. Tests ergaben jedoch, dass die Tastaturskürzel nur teilweise funktionsstüchtig sind und nicht alle Elemente mittels der Tabulator-Taste angesteuert werden können. In der verwendeten Beta-Version musste zunächst die Unterstützung der vorhandenen Tastaturskürzel wiederhergestellt werden. Bei der Wahl von Tastaturskürzeln ist bei Browser-basierten Anwendungen darauf zu achten, dass keine Konflikte mit den Tastaturskürzeln des Browsers auftreten und somit Befehle an das virtuelle Klassenzimmer nicht weitergegeben werden. Da die Erstellung Browser-übergreifender Tastaturskürzel bei Weiterentwicklungen der Browser eine kontinuierliche Anpassung erfordern würde, wurde stattdessen eine benutzerspezifi-

⁵ .ogg ist ein Containerformat für Multimediateien und kann somit gleichzeitig Audio-, Video- sowie Textdaten enthalten.

sche Konfiguration angestrebt. Da BigBlueButton keine Nutzerprofile vorsieht, musste die Konfiguration auf Seiten des Clients erfolgen. Daher wurde eine Benutzeroberfläche mittels JavaScript und HTML erstellt, welche die Möglichkeit bietet bestehende Tastaturkombinationen mit eigenen zu ersetzen.

Tabulator-Reihenfolge

Die Tabulator-Reihenfolge wurde überarbeitet. Dafür wird zunächst die Reihenfolge der Module definiert, um einen Wechsel zwischen den Modulen zu ermöglichen. Innerhalb der Module wird eine eigene Reihenfolge definiert. Die Teilnehmenden sind damit in der Lage mittels der Tabulator-Taste durch alle Module zu navigieren (vgl. Abb. 5).

Beschreibungen für Bedienelemente

In ActionScript können über die Eigenschaft `accessibilityName` Beschreibungen für Bedienelemente angelegt werden. Für jedes Bedienelement in BigBlueButton wurde im Rahmen der Anpassung ein `accessibilityName` hinzugefügt. Die Unterstützung verschiedener Sprachen ist dabei über Lokalisierungsdateien möglich. Tab. 1 zeigt für eine Auswahl von Bedienelementen des Chat-Moduls den `accessibilityName` und die entsprechende Screenreader-Ausgabe. Bei dem hier dargestellten Beispiel Jaws erfolgt zunächst die Ansage des hinterlegten `accessibilityName` und dann die Bezeichnung des Bedienelements.

Benachrichtigungen über Ereignisse in BigBlueButton können über Audio-Signale erfolgen. In BigBlueButton sind bereits einige Audio-Signale integriert, wie bspw. für das Ereignis *Mikrofon aktivieren* („You are now unmuted“) und *Mikrofon deaktivieren* („You are now muted“). Über die Konfiguration können weitere Audio-Signale – Töne und Sprachaufnahmen – benutzerspezifisch für folgende Ereignisse eingestellt werden. Dazu zählen u. a. neue öffentliche oder private Chat-Nachrichten, ein Wechsel der Präsentationsfolie, Starten und Beenden der eigenen Video-Übertragung sowie das Betreten und Verlassen der Sitzung durch einen Teilnehmenden.

Bedienelement	<code>accessibilityName</code>	Jaws-Ausgabe
Minimize	Minimize the chat window	„Minimize the chat window Button“
Chat input	Chat message editing field	„Chat message editing field Type a Text“
Send message	Send chat message	„Send chat message Button“

Tab. 1: Auswahl von Chat-Bedienelementen mit `accessibilityName` und Jaws-Ausgabe

4.2 Aktivitätsprotokoll

Ähnlich dem Aktivitätsfenster von Blackboard Collaborate⁶ wurde ein Aktivitätsprotokoll-Modul (Modul *activitylog*) für BigBlueButton implementiert. In diesem Modul

⁶ Blackboard Collaborate ist ein virtuelles Klassenzimmer des Herstellers Blackboard Inc.
<http://www.blackboard.com/Platforms/Collaborate/Overview.aspx>

werden alle relevanten Aktivitäten (Betreten und Verlassen der Sitzung, Handmeldungen, Chat-Nachrichten, Folienwechsel der Präsentation, Whiteboard-Aktivitäten usw.) chronologisch mit einem Zeitstempel aufgelistet. Da nicht alle Informationen für alle Teilnehmenden interessant sind bzw. ein großer Umfang an Einträgen nicht ausreichend schnell erfasst werden kann, ist es möglich die anzugegenden Ereignisse durch Filter auf den persönlichen Bedarf anzupassen. Um eine direkte Teilnahme an der Veranstaltung ohne einen Fokuswechsel auf andere Bereiche des virtuellen Klassenzimmers zu ermöglichen, können Befehle direkt über eine unter dem Protokoll angeordnete Kommandozeile im Modul gegeben werden (vgl. Tab. 2). Diese umfassen derzeit 26 Befehle, u.a. Abfragen zu Teilnehmenden und Befehle zum Erstellen von Chat-Nachrichten.

Abb. 3 zeigt das Ausgabefenster des Aktivitätsprotokolls, in dem beispielhaft ein paar Aktivitäten und Kommandozeilenabfragen protokolliert wurden, und einen Ausschnitt des Optionen-Reiters, welcher Einstellungen zur Schriftgröße, Filtereinstellungen und Speichermöglichkeit anbietet. Im ersten Eintrag des Protokolls findet ein *USER*-Event statt, welches besagt, dass der Nutzer *Bob* die Konferenz betreten hat. Der zweite Eintrag entsteht durch die Abfrage `whoisuser Bob` auf der Kommandozeile. Es folgen eine Handmeldung sowie ein Seitenwechsel. Die textuellen Inhalte der Folie („slide 1“) werden durch die Eingabe des Kommandos `read` als *QUERY*-Eintrag angezeigt. Die Formatierung der Folieninhalte bleibt dabei soweit wie möglich erhalten.

Kommando	Aktion	Ausgabe
<code>filter <tags></code>	Filtert die Ausgabe	Anzeige aller Nachrichten mit den als Argument übergebenen Tags
<code>list users</code>	—	„All available Users: <namelist>“
<code>mute me</code>	Schaltet Mikrofon stumm	„You are muted now.“

Tab. 2: Auszug verfügbarer Kommandos im Aktivitätsprotokoll

4.3 Notizen

Das Notizmodul (Modul *notes*) ermöglicht es allen Teilnehmenden von BigBlueButton private Notizen bzw. Mitschriften der Veranstaltung anzufertigen, ohne dafür zu einer weiteren Anwendung wechseln zu müssen und somit den Anschluss in einer Echtzeit-Sitzung zu verpassen. Bei der Darstellung soll eine Listenansicht für einzelne Notizen die Navigierbarkeit verbessern und einen Überblick erleichtern. Für eine bessere Auffindbarkeit der Notizeinträge wurde ein Konzept zur Titelgenerierung entwickelt.

Weiterhin soll das Erstellen von Notizen mittels Spracheingabe – sei es als Audiodatei oder Texterfassung per Spracherkennung – ermöglicht werden, um die Eingabe zu erleichtern. Das Abspeichern erfolgt lokal über eine Schaltfläche oder nach einer ersten manuellen Speicherung automatisch. Die derzeit erfolgte prototypische Umsetzung erlaubt das Verfassen von Notizen und das Abspeichern dieser.

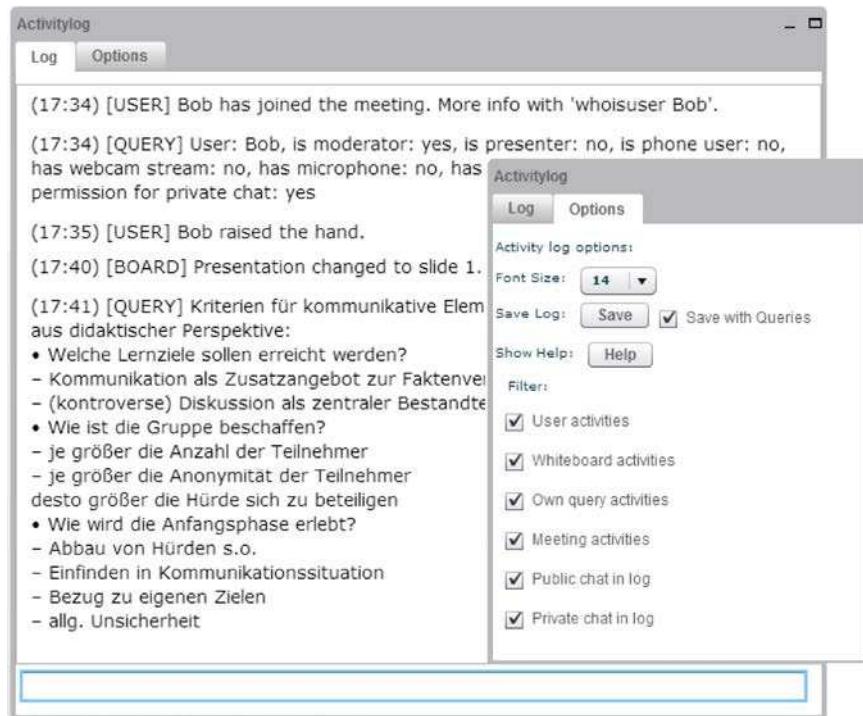


Abb. 3: Aktivitätsprotokoll und Optionen für Filter- und Anzeigeeinstellungen

4.4 Beschreibungen für Whiteboard-Elemente

Das Beschreibungsmodul für Whiteboard-Elemente (Modul *description*) listet alle gezeichneten Elemente einer Folie auf und erlaubt das kollaborative Hinzufügen einer Beschreibung für jedes Element. Dafür wird ein Element aus der Liste des Beschreibungsmoduls ausgewählt und auf dem Whiteboard mittels Rahmen gekennzeichnet. Über einen „Edit“-Button im Modul kann eine Beschreibung für das selektierte Element hinzugefügt werden. Solange ein Nutzender ein Element editiert, ist es für die anderen Teilnehmenden gesperrt. Es ist weiterhin möglich zu jedem Element Eigenschaften (bspw. Farbe und Position) und auch gelöschte Elemente in der Liste anzeigen zu lassen.

4.5 Aufzeichnung

Aufzeichnungen von Veranstaltungen in virtuellen Klassenzimmern ermöglichen es Teilnehmenden, die Veranstaltung in ihrer eigenen Geschwindigkeit und mit ihren eigenen Hilfsmitteln zu wiederholen. Somit ist auch die Barrierefreiheit der Aufzeichnung von großer Bedeutung.

Die Aufzeichnungen von BigBlueButton basieren auf HTML5, JavaScript und dem Mozilla Popcorn Framework⁷ und unterscheiden sich somit von dem Echtzeit-Klassenzimmer in Bezug auf die Implementierung, Bedienoberfläche und Zugänglichkeit. Die Daten einer Veranstaltung in BigBlueButton werden in einer Datenbank gespeichert und mittels Popcorn geladen. Zur Verbesserung der Zugänglichkeit werden ARIA-Informationen hinterlegt.

Im Gegensatz zu dem Echtzeit-Klassenzimmer sind in der Aufzeichnung die Navigationsleiste und Folieninhalte mit einem Screenreader auslesbar. Die Bedienoberfläche der Veranstaltungs-Aufzeichnung von BigBlueButton besteht aus fünf Bereichen (vgl. Abb. 4): Überblick über alle Folien (1), aktuelle Folie (2), Reiter mit Einstellungen und öffentlichen Chat-Nachrichten (3) und Abspielkontrolle (4) sowie – falls vorhanden – Videoübertragung.

Zur Verbesserung der Barrierefreiheit wurden das Aktivitätsprotokoll und das Notiz-Modul in die Aufzeichnung integriert. Dazu erfolgte eine Anpassung der Bedienoberfläche: Das Chatfenster wurde dazu um die Reiter *Notes*, *Activitylog* und *Settings* ergänzt (vgl. Abb. 4). Im Aktivitätsprotokoll werden nur die in der Aufzeichnung dargestellten Inhalte dokumentiert. Dazu zählen öffentliche Chat-Nachrichten, Zeichnungen auf einer Folie, Texte auf der Folie, Folienwechsel, Wechsel des Vortragenden und Desktop-Sharing. Da BigBlueButton keine Nutzerauthentifizierung vorsieht, müssen private Notizen manuell geladen werden. Dafür ist vorgesehen, dass der Teilnehmende seine Nutzer-Identifikationsnummer der entsprechenden Veranstaltung angibt, damit die Notizen vom Server geladen werden können.

5 Richtlinienkonformität der Erweiterungen

Während der Erweiterung von BigBlueButton wurden regelmäßig Tests mit dem Screenreader Jaws durchgeführt, um dessen Unterstützung zu gewährleisten. Die implementierten Erweiterungen erhöhen die Zugänglichkeit von BigBlueButton, indem Richtlinien (vgl. Abschnitt 2.1) zur barrierefreien Gestaltung virtueller Klassenzimmer beachtet werden.

5.1 Erfüllte Richtlinien

Durch die Verbesserung der Screenreader-Kompatibilität in Bezug auf Tastaturunterstützung, Tabulator-Reihenfolge und Beschreibungen für Bedienelemente wird der Umfang wahrnehmbarer Inhalte erhöht (Richtlinie 1, Abschnitt 2.1) und die Navigation mittels Tastatur gewährleistet (Richtlinie 2). Die Konfigurationsmöglichkeit von Audio-Signalen, Layout und Tastaturkürzeln sowie von der Darstellung des Aktivitätsprotokolls ermöglicht eine Anpassung an persönliche Bedürfnisse (Richtlinie 8).

⁷ <http://popcornjs.org/>



Abb. 4: Aufzeichnung einer Veranstaltung mit Aktivitätsprotokoll. Rote Hervorhebung: Kennzeichnung der Bereiche: 1 Folienübersicht, 2 Präsentationsbereich, 3 Reiter mit Chat, Notizen, Aktivitätsfenster und Einstellungen, 4 Abspielkontrolle

Das Aktivitätsprotokoll erfasst alle Ereignisse und textuellen Informationen und erlaubt die Veränderung der Schriftgröße für Teilnehmende mit Sehbeeinträchtigung und die Einschränkung des Informationsumfangs über Filter. Damit erleichtert es die Wahrnehmung der Informationen. Durch die Auflistung der Ereignisse in chronologischer Reihenfolge mit Zeittempel wird die Orientierung (Richtlinie 3) unterstützt. Durch die Kommandozeile wird eine aktive Teilhabe an der Veranstaltung ermöglicht (Richtlinie 4) und die soziale Präsenz gefördert (Richtlinie 7), da u. a. Chat-Nachrichten verfasst, Audio- und Videoübertragung gesteuert und der Teilnehmenden-Status verändert bzw. abgefragt werden kann. Das Aktivitätsprotokoll und die Aufzeichnung unterstützen weiterhin das Verfolgen der Veranstaltung in eigener Geschwindigkeit (Richtlinie 6), da im Protokoll verpasste Inhalte nachvollzogen und bei dem Abspielen der Aufzeichnung bei Bedarf Pausen gemacht werden können.

Die kollaborative Beschreibungsmöglichkeit von Elementen verbessert die Wahrnehmbarkeit der präsentierten Objekte auf dem Whiteboard (Richtlinie 1). Da alle Teilnehmenden in der Lage sind, Beschreibungen hinzuzufügen und die von anderen zu bearbeiten, können Teilnehmende ohne Beeinträchtigung blinden Teilnehmenden Hilfestellung (Richtlinie 9) leisten, die Bedeutung gezeichneter Inhalte zu erfassen.

Durch das Notiz-Modul wird die Notwendigkeit eines Anwendungswechsels zum Notizzetteln verringert. Zukünftig soll es die Möglichkeit bieten, über den Zeittempel, eine Verbindung zwischen der Notiz und einem Veranstaltungsinhalt herzustellen (Richtlinie 5). Das Laden von Notizen anderer Teilnehmenden in eine Veranstaltungsaufzeichnung (Richtlinie 9) kann das Verständnis der Veranstaltung fördern, wenn ein Teilnehmender selbst nicht in der Lage war, eine eigene Mitschrift anzufertigen.

5.2 Mögliche Erweiterungen

Neben der Erweiterung von BigBlueButton um weitere alternative Konzepte (vgl. Abschnitt 2.4), sind folgende Verbesserungen der neuen Funktionen wünschenswert:

- Erfassen von Alternativtexten von Folien-Abbildungen im Aktivitätsprotokoll
- Erweiterung des Notiz-Moduls um Zeitstempel, Listenansicht, Titelgenerierung und automatischer Speicherfunktion
- Integration der Notizen in das Aktivitätsprotokoll, so dass Notizen über die Kommandozeile erstellt und angezeigt werden können
- Verbesserung der Sicherheit beim Notizen-Zugriff, da die Nutzer-Identifikationsnummern leicht erraten werden können
- Lokalisierung der Beschreibungen für Bedienelemente und Audio-Signale für weitere Sprachen, um die Verständlichkeit des Screenreaders zu verbessern
- Erweiterung der verfügbaren Audio-Signale für Ereignisse
- Erweiterung der Aufzeichnung um das Beschreibungsmodul

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die reine Möglichkeit der Bedienung eines virtuellen Klassenzimmers mit technischen Hilfsmitteln wie Screenreader und Braille-Zeile ist nur die Basis für dessen Verwendbarkeit. Erst die Erweiterung um weitere Unterstützungs- und Beschreibungsmechanismen führt zu Barrierefreiheit, wobei in einem Lehr-/Lernkontext auch immer die didaktische Aufbereitung Einfluss auf die gleichberechtigte Teilhabe hat (vgl. [SC10]).

Die prototypische Erweiterung des virtuellen Klassenzimmers BigBlueButton umfasst die Neuentwicklung des Notiz-, Aktivitätsprotokoll-, Beschreibungs- und Konfigurations-Moduls sowie die Verbesserung der Screenreader-Kompatibilität und Erweiterung des Funktionalität der Aufzeichnung (Abb. 5). Durch diese Erweiterungen wird die Zugänglichkeit für blinde, aber auch sehende, Teilnehmende, entschieden erhöht. Während der Entwicklung wurden kontinuierliche Tests bezüglich der Funktionalität und mit dem Screenreader Jaws durchgeführt. Die Bestätigung der Bedienbarkeit durch blinde Teilnehmende im Rahmen eines Benutzertests steht noch aus.

Aufgrund einer guten Dokumentation des Open-Source-Projekts lag zu Beginn die Schlussfolgerung einfacher Anpassungsmöglichkeiten nahe. Installation und Kompilation der Entwicklungsumgebung von Big BlueButton stellten sich jedoch als zeitaufwendig und fehleranfällig heraus, sodass die Funktionalität aufgrund mangelnder Zeit noch nicht vollständig umgesetzt werden konnte. Nach der Vervollständigung der entwickelten Erweiterungen ist eine Übergabe an die BigBlueButton-Community geplant.

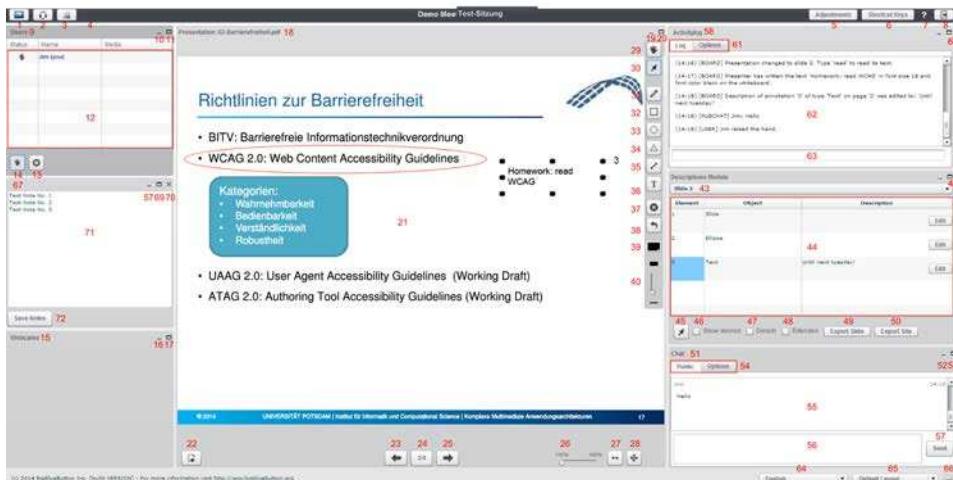


Abb. 5: Erweiterte Bedienoberfläche von BigBlueButton mit Tabulator-Reihenfolge in rot

Danksagung

Unser Dank gilt den weiteren Projektmitgliedern Robert Fruth, Manuel Hartmann, Marlene Karlapp, Mohammad Katani, Christian Klein, Jorge Elias Kuffatti Alvarado, Fritz Rose, Eckehart Synnatzschke, Volker Wölfert und Manuel Zedel, die durch ihre Mitarbeit diese Erweiterungen ermöglicht haben.

Literaturverzeichnis

- [BBB13] BigBlueButton: 0.81Overview, <https://code.google.com/p/bigbluebutton/wiki/081Overview#Accessibility>, 2013, Stand 16.04.2015.
- [BBB14] BigBlueButton: 090Accessibility. Implementation of accessibility in BigBlueButton 0.9.0-beta, <https://code.google.com/p/bigbluebutton/wiki/090Accessibility>, 2014, Stand: 16.04.2015.
- [BBB15] BigBlueButton, <http://www.bigbluebutton.org>, Stand: 16.04.2015.
- [BL14] Blackboard Inc.: Blackboard collaborate web conferencing Version 12.6 – Accessibility Guide for Participants, 2014, <http://www.blackboard.com/docs/documentation.htm?DocID=611012PDF>, Stand 16.04.2015.
- [DIN06] DIN EN ISO 9241-110:2006-03, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung (ISO 9241-110:2006).

- [Fr10] Freire, A. et al.: Revealing the Whiteboard to Blind Students: An Inclusive Approach to Provide Mediation in Synchronous E-Learning Activities. *Computers & Education* 54/4, S. 866–876, 2010.
- [FH12] Ferdinand, P.; Heckmann, P.: Plattformen. In (Haake, J. M.; Schwabe, G.; Wessner, M. Hrsg.): CSCL-Kompendium 2.0. Lehr- und Handbuch zum computerunterstützten kooperativen Lernen. Oldenbourg, München, S. 163–186, 2012.
- [IMS04] IMS Global Learning Consortium: IMS Guidelines for Developing Accessible Learning Applications, Section 7, <http://www.imsglobal.org/accessibility/accessiblelevers/sec7.html>, 2004, Stand: 16.04.2015.
- [LGPL15] GNU Lesser General Public License, <https://www.gnu.org/licenses/lgpl.html>, Stand 16.04.2015.
- [Kö14] Köhlmann, W.: Richtlinien zur barrierefreien Gestaltung virtueller Klassenzimmer für Blinde. i-com 13/3, S. 3–11, 2014.
- [Kö15] Köhlmann, W.: Barrieren bei der Bedienung virtueller Klassenzimmer durch Blinde – Ergebnisse einer Analyse. Erscheint in: „Trendy, hip und cool“: Auf dem Weg zu einer innovativen Hochschule? Blickpunktreihe der DGHD, 2015.
- [KL15] Köhlmann, W.; Lucke, U.: Alternative Concepts for Accessible Virtual Classrooms for Blind Users. In: Proc. 15th IEEE Int. Conf. on Advanced Learning Technologies (ICALT), Hualien, Taiwan 2015. IEEE, 2015 (im Druck).
- [Me11] Mesiti, M. et al.: Collaborative Environments: Accessibility and Usability for Users with Special Needs. In (Pardede, E. Hrsg.): Community-Built Databases. Research and Development. Springer, Berlin, S. 319–340, 2011.
- [Mo11] Mori, G. et al.: Making "Google Docs" User Interface More Accessible for Blind People: Proceedings of the First International Conference on Advances in New Technologies, Interactive Interfaces, and Communicability. Springer, Berlin, S. 20–29, 2011.
- [SCM14] Santarosa, L.; Conforto, D.; Machado, R. P.: Whiteboard: Synchronism, Accessibility, Protagonism and Collective Authorship for Human Diversity on Web 2.0. *Computers in Human Behavior* 31, S. 591–601, 2014.
- [SK15] Schäkel, C.; Köhlmann, W.: Programmatic Availability of Virtual Classrooms for Assistive Technologies. In: Proc. 8th Int. Conf. on Pervasive Technologies Related to Assisive Environments. 2015 (im Druck).
- [SC10] Seale, J.; Cooper, M.: E-Learning and Accessibility: An Exploration of the Potential Role of Generic Pedagogical Tools. In *Computers & Education*, 54, S. 1107–1116, 2010.
- [TC08] Talking Communities: Talking Communities V7.42 Voluntary Product Accessibility Template, <http://talkingcommunities.com/vat/>, 2008, Stand 16.04.2015.
- [W3C08] World Wide Web Consortium: Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0, <http://www.w3.org/TR/2008/REC-WCAG20-20081211/>, 2008, Stand 22.04.2015.