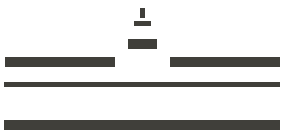


Olaf Glaser, Till Rauterberg (ZIV Servicepunkt Film, Universität Münster), Sebastian Breitenbach (ABL, Universität Frankfurt)

Videobasierte Lehrmodule

TECHNISCHE ASPEKTE DER VIDEOAUFZEICHNUNG UND
-NACHBEARBEITUNG



WESTFÄLISCHE
WILHELMS-UNIVERSITÄT
MÜNSTER

wissen.leben
WWU Münster



GOETHE
UNIVERSITÄT
FRANKFURT AM MAIN

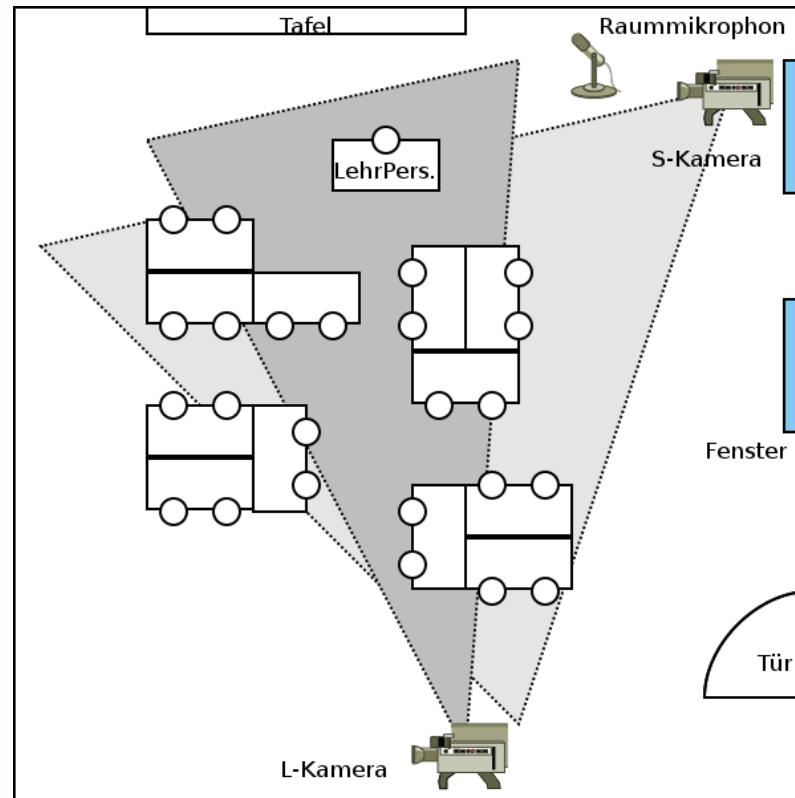
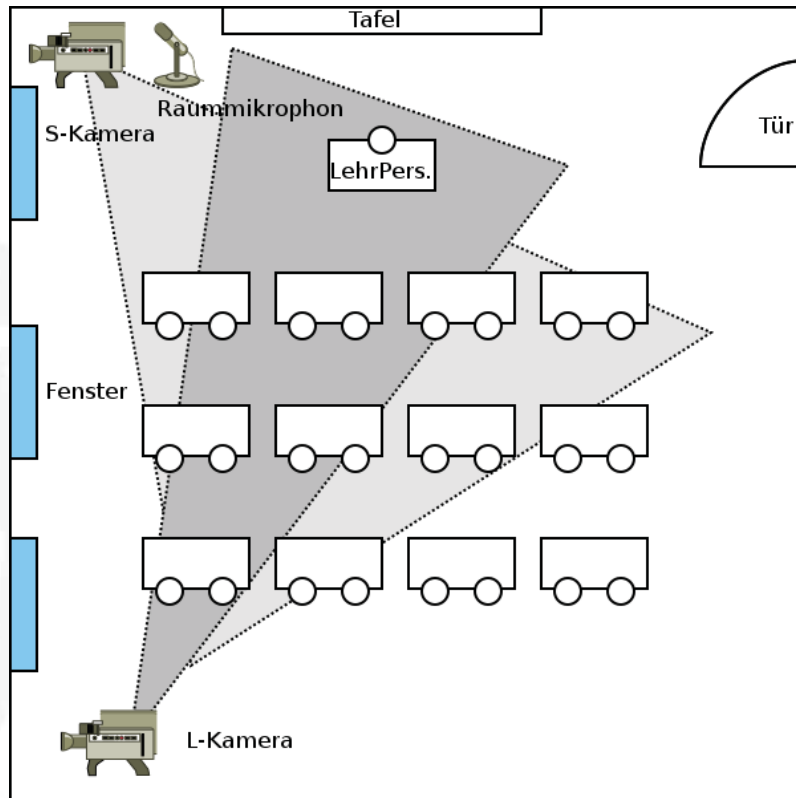
ABL
AKADEMIE FÜR
BILDUNGSFORSCHUNG
UND LEHRERBILDUNG



- ▶ Level wird interdisziplinär und universitätsweit durchgeführt, beteiligt sind vier Fachverbünde:
 - Bildungswissenschaftlicher FVB
 - Mathematisch-naturwissenschaftlicher FVB
 - Sprachlicher FVB
 - Sozialwissenschaftlich-historischer FVB
- ▶ Zentrale Koordinationsaufgaben werden im Rahmen einer Begleitstruktur der ABL durchgeführt.

Wichtige Aufgaben der Videoproduktionsstelle:

- ▶ Beratung und Unterstützung bei Videoaufnahmen und Datenschutzaspekten (EVE, VVB)
- ▶ Mehrkamera-Filmproduktion im Feld und in einem Videolaborraum
- ▶ Nachbearbeitung (Schnitt, Audioeditierung)
- ▶ Koordinierungsaufgaben zur Bereitstellung von Streamingvideos für die Online Lehr/
Lernplattform





Der ZIV Servicepunkt Film an der WWU

Wichtigste Aufgaben:

- Beratung und Unterstützung von Universitätsangehörigen bei der Filmerstellung
- Lehrveranstaltungen und Workshops
- Professionelle Filmproduktion
- Mehrkamera-Aufzeichnung von Schulunterricht
(z.B. BMBF-ViU-Projekt 2008 – 2014, aktuell im Teilprojekt „Videobasierte Lehrmodule“ im Rahmen der QLB)



Mehrkamera-Unterrichtsaufzeichnung mit Live-Regie

- 4 HD-Videokameras
 - Eine Totale (statisch montiert)
 - Eine Lehrerkamera und zwei Schülerkameras (beweglich)
- Aufzeichnungsrechner
 - Matrox VS4 Multi-Capture-Karte (4* HD-Video, 8*Ton)
 - 16-Spur Audiorecorder
 - Intercom-System
- Bis zu 24 Funk-Ansteckmikrofone + bei Bedarf Grenzflächen



WESTFÄLISCHE
WILHELMS-UNIVERSITÄT
MÜNSTER



Technische Aspekte der Videoaufzeichnung und -Nachbearbeitung

6



Technische Aspekte der Videoaufzeichnung und -Nachbearbeitung

7



Postproduktion

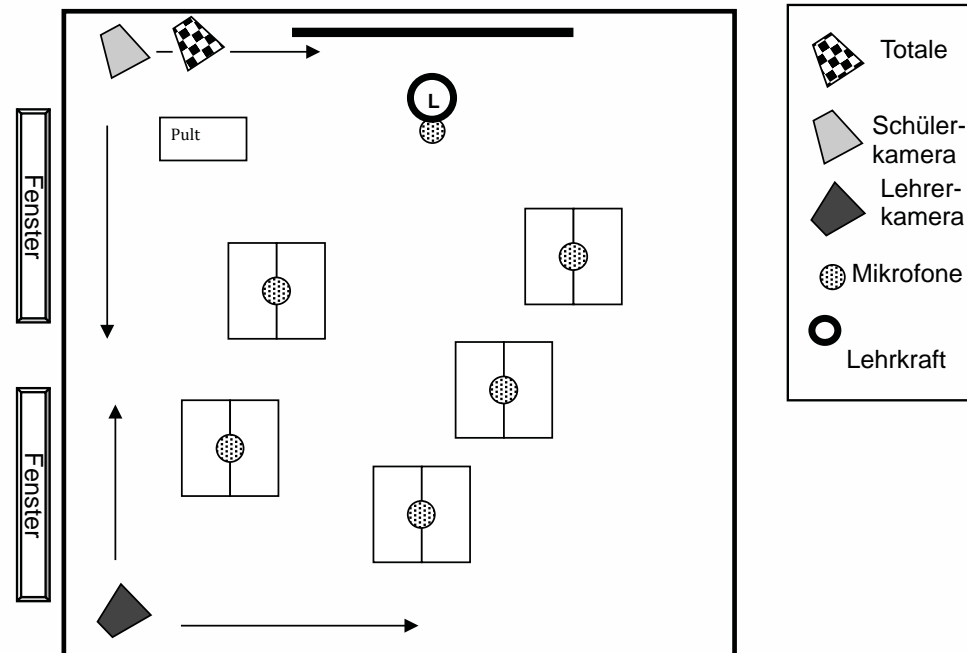
- Avid-Schnittrechner (MultiCam-Modus)
 - Synchronisation der Videos über aufgezeichneten Timecode
- Netzwerk-Schnitt mit Synology-Dateiserver



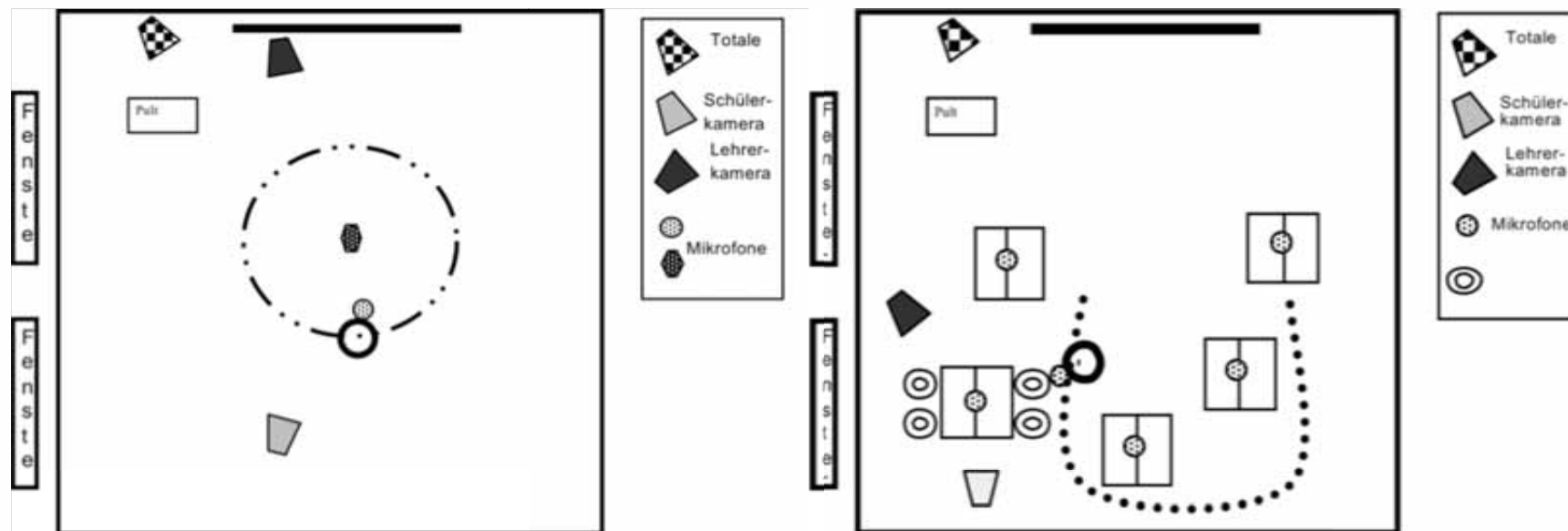
Mehrkamera-Unterrichtsaufzeichnung mit Live-Regie

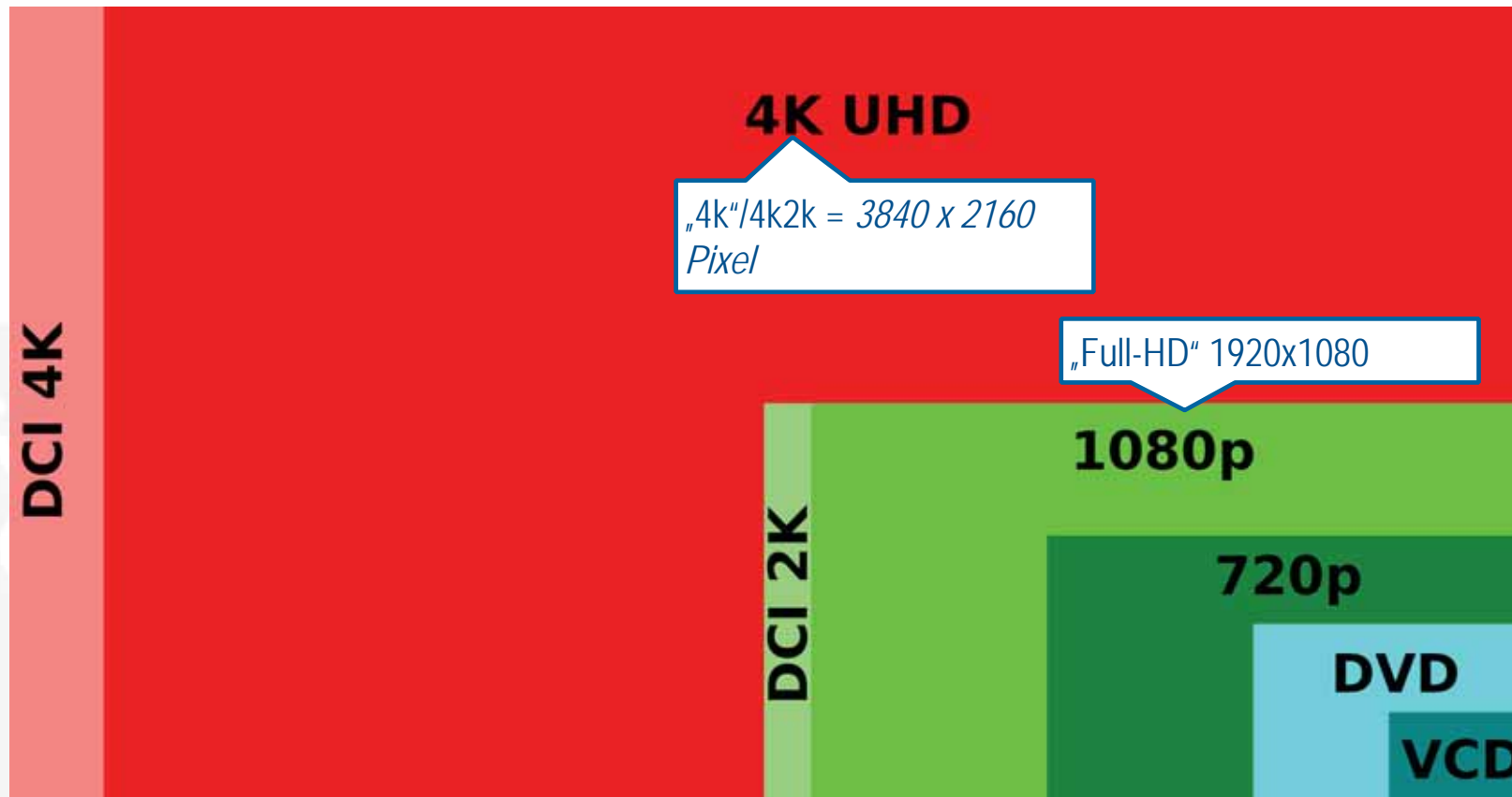
Aufnahmekonzept:

- Einzelkameras haben je nach Unterrichtssituation verschiedene Aufgaben, z.B.:
 - Lehrerkamera,
Schülerkamera,
Gruppentischkamera
- Die Aufgaben können auch getauscht werden



Mehrkamera-Unterrichtsaufzeichnung mit Live-Regie





Daten der verwendeten Lehrerkamera (Camcorder)

- Max. F3,5, 4k möglich
- Objektiv austauschbar, Zoommöglichkeit
- 2 XLR-Audioanschlüsse und Mic-Halter
- 2 SDXC-Kartenslots
- Viele professionelle Kamerafunktionen



Daten der verwendeten Schülerkamera (Action Cam)

- Max. F 2,8 relativ lichtstark, 4k möglich
- Eingebautes Weitwinkelobjektiv, KEIN ZOOM
- Kein Audioanschluss
- 1 microSD Kartenslot
- Fernsteuerbar
- Preisgünstig (ca. 400 Euro)



4k= 3840 x 2160 Pixel



Full HD = 1920 x 1080



Auflösungsvergleich / Beispiel Sony
FDR-X1000VR



Auflösungsvergleich / reale Aufnahmesituation

4k= 3840 x 2160 Pixel



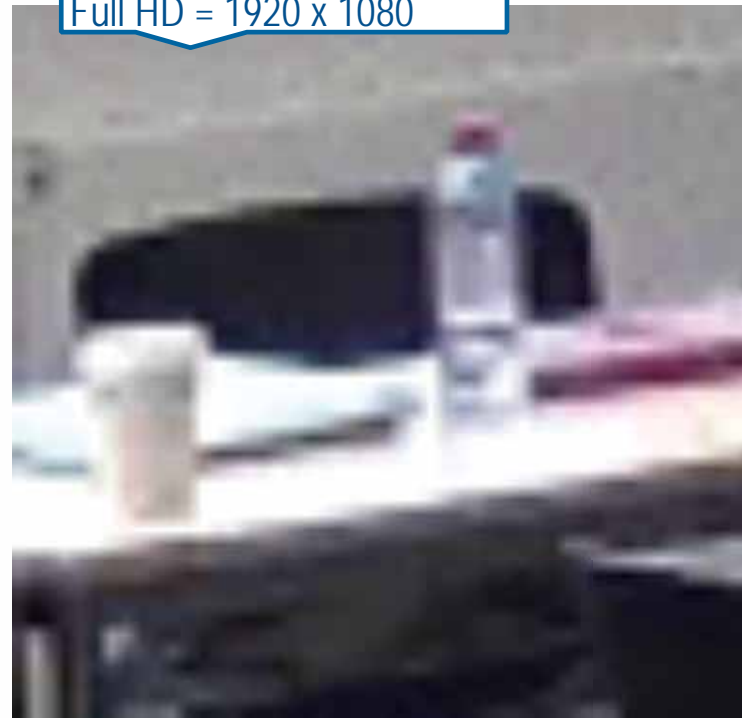
Full HD = 1920 x 1080



4k= 3840 x 2160 Pixel



Full HD = 1920 x 1080



Warum 4k noch nicht vollumfänglich in der Videoforschung genutzt werden kann:

- ▶ In Pro/Consumer-Geräte oft hohe Kompression
- ▶ Schlechte Lichtsituation liefert oft kaum bessere Ergebnisse als Full-HD
- ▶ RAW Aufnahmen sind nur mit teurem Equipment möglich (ab 10.000 Euro), limitiert auf XQD/CF Speicherkarten, da nur diese die Datenmengen verarbeiten können, aber max 128gb = es ist nicht möglich eine reguläre Schulstunde ununterbrochen aufzuzeichnen
- ▶ Selbst RAW-Aufnahmen nutzen nicht die physikalisch mögliche Pixelzahl voll aus
- ▶ Speicheraufwand

Speicherungskosten für ein typisches 45-60min Video

	Belegter Speicher	Preis der Speicherung pro Video	Fixkosten (Speicherkarten)	Max. Aufnahmezeit
4k, 25 fps	ca. 60gb	Festplatte*: 2,20 € NAS (ausfallgesichert)**: 4,22 €	Ca. 100-150 € für 256 gb	Ca. 2 h
Full-HD, 30 fps	ca. 20gb	Festplatte*: 0,74 € NAS (ausfallgesichert)**: 1,40 €	Ca. 100-150 € für 256 gb	Ca. 8,5h

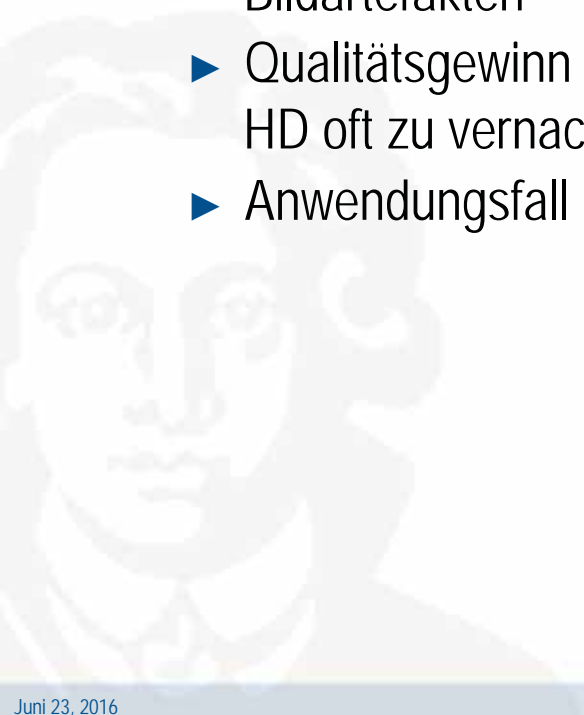
* Ausgangspunkt ist eine gängige externe Festplatte mit 4TB, für 147,44 Euro, was einem Preis von 0,036 € / GB entspricht

** Ausgangspunkt ist ein 8-bay NAS mit 8*4TB Festplatte mit RAID 5, der wegfallende Speicherplatz für Parität ist berücksichtigt und entspricht einem Preis von 0,07 Euro / GB.

- ▶ Um eine Action-Cam optimal zu nutzen, sollte sie sehr hoch im Raum positioniert werden
- ▶ Dafür ist ein Stativ > 2m nötig
- ▶ Diese Stative
 - sind in der Regel nur als Metallstativ zu erhalten (schwer)
 - sind relativ teuer (ca. 400 Euro)
 - benötigen einen Stativkopf, da die Kamera sonst nicht befestigt werden kann (ca. 100 Euro)
 - benötigen einen speziellen Tragekoffer mit Rollen (ca. 300 Euro)
- ▶ Trotz dieser Einschränkungen ist ein solches Stativ dennoch zu empfehlen, da es Personen-Überlappungen aufgrund der Kameraposition fast vollständig vermeidet.



- ▶ Generell ist die Bildqualität heutzutage selten ein großes Problem
- ▶ Action-Cams sind bauartbedingt sehr gut geeignet, um als Schülerkamera zu fungieren.
- ▶ Allerdings: Schlechte Lichtverhältnisse und starke Kompression führen zu vielen Bildartefakten
- ▶ Qualitätsgewinn bei zentralen Objekten der Beobachtung gegenüber von 4k gegenüber HD oft zu vernachlässigen bei typischen Lichtverhältnissen
- ▶ Anwendungsfall des gerenderten Videos muss beachtet werden





Bildaufzeichnung: Statische und bewegliche Kameras

Ausgangspunkt: **Totale Klassenansicht gefilmt mit statischer Kamera**

Vorteile der statischen Kamera:

- Das gesamte Geschehen der Klasse ist permanent im Blick
- Das Verfahren ist minimal invasiv
- Die Bewertung der Relevanz einzelner Ereignisse wird nicht bereits vor der Videoanalyse durch die Kamera oder den Bildschnitt getroffen

➤ Problem: „Wahrnehmungsdefizit“ von statischen Kameras!
(Videobeispiel 1: Statische Kamera)



Warum ist die Wahrnehmung einer Lehrkraft die einer statischen Kamera überlegen?

Die Lehrkraft kann ihre Wahrnehmung von Bild und Ton *ereignisgesteuert* fokussieren:

- Durch Änderung der Blick- und Hörrichtung
 - Durch *Bewegung im Raum* (Positionierung)
 - Durch Selektionsleistung des Gehirns (Sinnesorgane liefern viel mehr Informationen als das bewusst Wahrgenommene. Beispiele: „Peripheres Sehen“, „Binokulares Sehen“)
- Bei Betrachtung einer statischen Kameraperspektive kann es u.U. zu Fehlbeurteilungen von Situationen und Verhaltensweisen durch den Beobachter kommen, da im Nachhinein *keine (ausreichende) ereignisgesteuerte Fokussierung der Wahrnehmung* erfolgen kann.



Wie kann Klassenunterricht sowohl ausreichend fokussiert, als auch ausreichend „objektiv“ beobachtet werden?

➤ Unsere Lösung:

- Kombination aus statischer Kamera und einer Auswahl fokussierter Bildeinstellungen, die entweder der gerichteten Wahrnehmung der Lehrkraft entsprechen oder gezielt das Verhalten der Lehrkraft bzw. ausgewählter Schülergruppen dokumentieren.
- Größtmögliche Standardisierung der Mehrkameraaufzeichnung und regelmäßiger Perspektivenwechsel, um „Fehlfokussierungen“ zu vermeiden.
- Mehrere Schnittversionen, die dem jeweiligen Analyse-/ Lernziel entsprechen (z.B. besondere Fokussierung auf die Lehrkraft, wenn ihr Verhalten beurteilt werden soll).

(Videobeispiel 2: Schnittversion Schüler-/Lehrerinteraktion)



Bildaufzeichnung: Tipps und Tricks

- Vor der Aufzeichnung beachten:
 - Vorbesichtigung der Klasse durchführen
 - Mit der Lehrkraft Positionen von Tischen, Pulten, Tafeln, Experimenten absprechen
 - Kamerapositionsplan aufstellen. Kameras tendenziell auf einer Seite einer *gedachten Hauptachse* positionieren.
 - Struktur der Stunde absprechen und Umbauphasen zwischen verschiedenen Unterrichtssituationen einplanen
 - Lichtsituation beurteilen und ggf. Lichtplanung erstellen
 - Equipmentliste erstellen und Equipment vor der Aufnahme testen
 - Am Aufnahmetag genügend Zeit für den Aufbau einplanen (mind. 1 Stunde)



Bildaufzeichnung: Tipps und Tricks

- Während der Aufzeichnung beachten:
 - Statische Kameras hoch genug platzieren
 - Mobile Kameras mit Stativ benutzen
 - Bei zu verwendenden Filmstellen nur langsam schwenken oder zoomen
 - Wenn Handkamera, dann immer nah ans Geschehen und nicht zoomen!
 - Mit der Lehrkraft eindeutiges Startsignal für die Aufnahme absprechen, erst nach dem Signal beginnt der Unterricht.
 - Auch das Geschehen um den aktuellen Bildausschnitt herum beachten
 - Den Unterricht so wenig wie möglich stören oder beeinflussen
 - Bei mehreren Kameras und/oder Audiorecordern: Synchronisierung beachten, Kameras gleichzeitig starten und stoppen



Bildaufzeichnung: Fragerunde

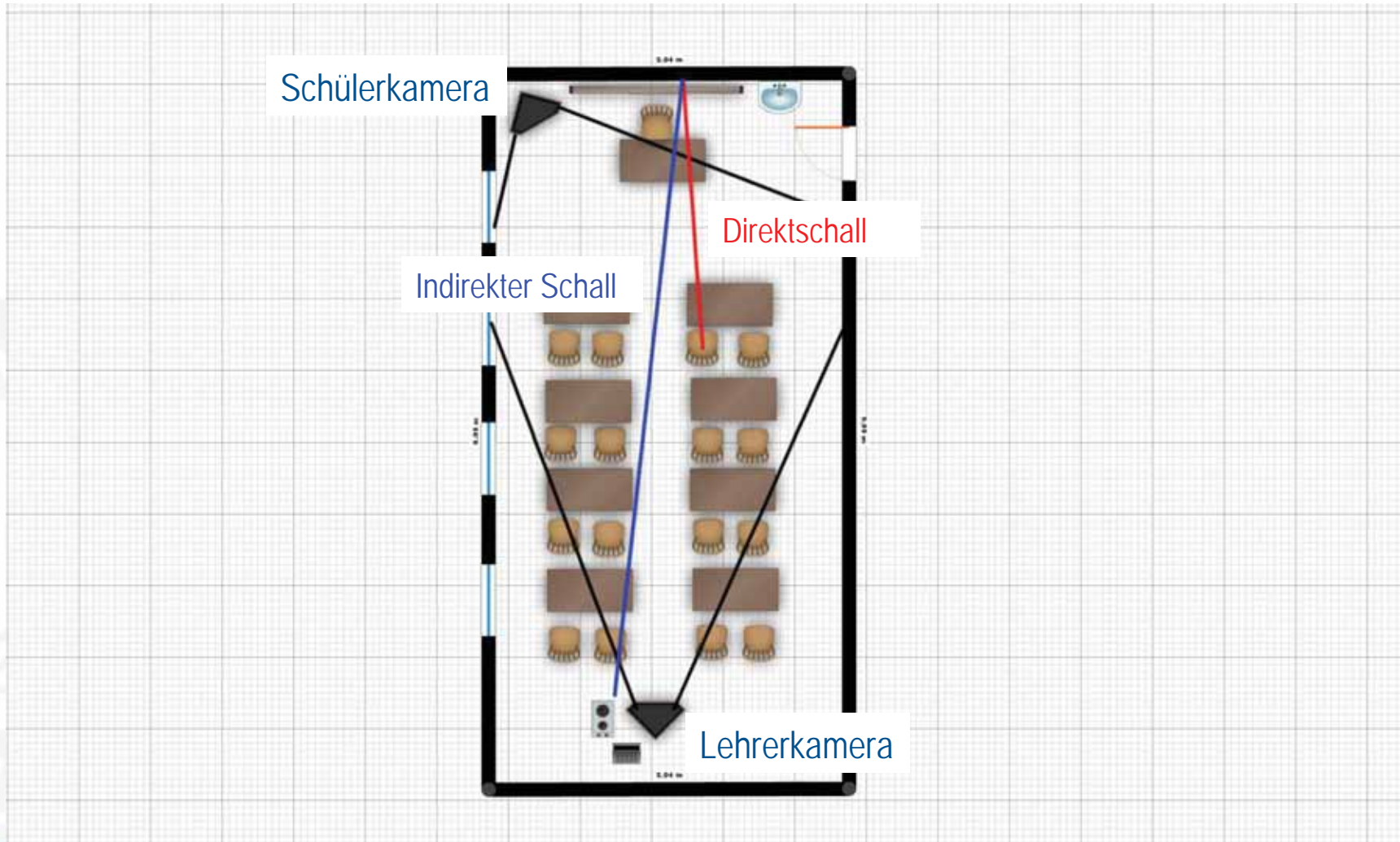
- Erfahrungen mit unterschiedlichen Videografieverfahren
 - In der Schulklasse
 - Bei Exkursionen
 - In der Sporthalle
- Aufgetretene Probleme und mögliche Problemlösungen bei der Bildaufzeichnung im Schulunterricht

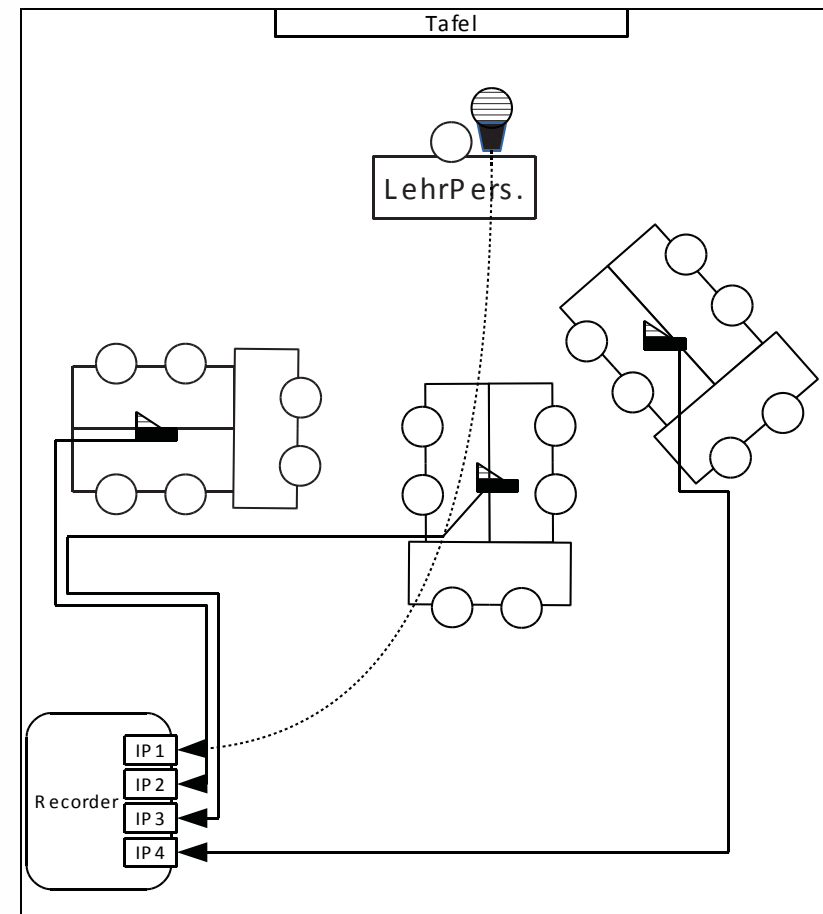
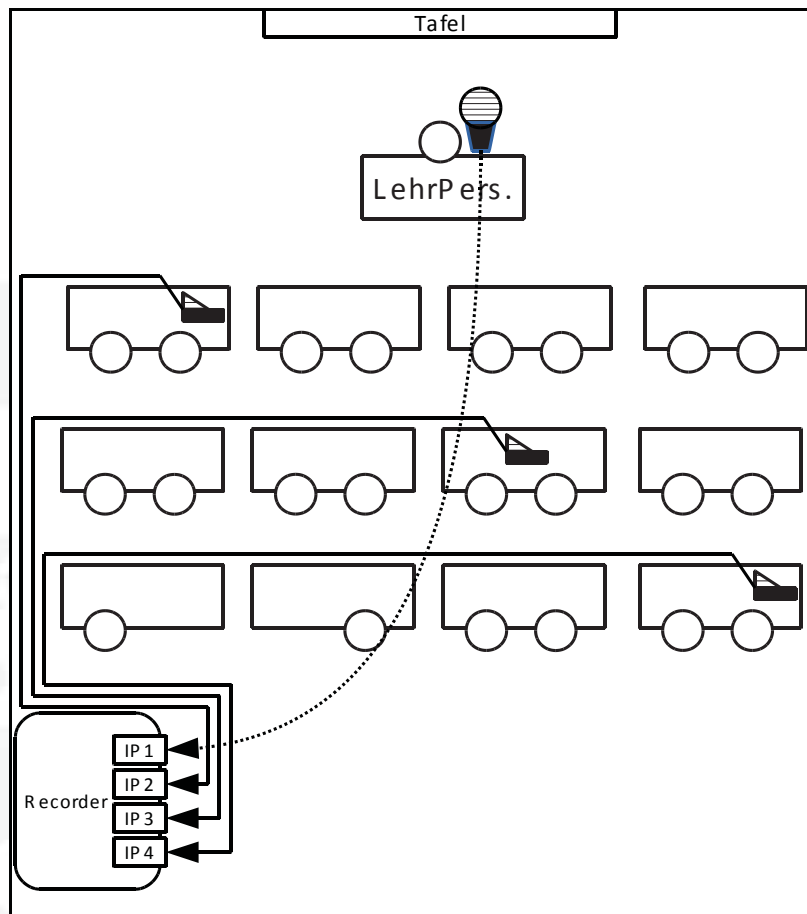
- ▶ Herausforderungen:
 - Der große Raum bringt sehr viel Hall im Ton mit sich
 - Übungen bedingen viel mehr Platz, so dass sich hier eher eine Kamera mit Zoomfunktion und keine Action-Cam anbietet, es sei denn der Raum ist nur begrenzt
- ▶ Lösungsmöglichkeiten:
 - Dedizierter Tonmann mit einem Richtmikrofon, z.B. Sennheiser MKE 600 (200-300 Euro)
 - Alternativ: Funkübertragung mit Lavaliermikrofon (ca. 500 Euro)
 - Ton einzelner SoS sehr schwer abzumikrofonieren.
 - Raum, wenn möglich verkleinern (herunterfahrbare Wände)
 - Kamera am besten von der Tribüne aufbauen falls eine existiert

Warum benötigt man zusätzliches Audio-equipment?

► Man benötigt...

1. ... **externe Mikrofone** aufgrund der Qualität der internen Kameramikrofone / Aufnahmen sind primär Reflexionsschall
2. ... **externe Recorder** aufgrund der Limitierung auf Stereoaufzeichnungen an Kameras
3. ... **Funkgeräte**, wenn man Invasivität reduzieren will





Verwendung von **Grenzflächenmikrofonen**, da...

- ... Diese bauartbedingt -3db weniger indirekten Schall aufzeichnen
- ... sie ein Streucharakteristik in Form eines Halbkreis besitzen, was sich gut zur Aufnahme von Gruppen und nicht nur einzelnen Personen eignet.
- ... sie klein und unauffällig sind (aussehen erinnert kaum an traditionelle Mikrofone)
- ... sie bereits oft in Telefonkonferenzen genutzt werden und sich dort bewährt haben



Verwendung eines **funkgestützten Lavaliermikrofonen**, da

- ... so die Sprache der Lehrperson optimale Qualität besitzt
- ... Funkstrecke und Mikrofon verhältnismäßig günstig zu erwerben sind
- ... kein weiteres Aufzeichnungsgerät notwendig ist



- ▶ Sämtliche Schüler mit eigenen Mikrofonen zu versorgen erzeugt einen hohen Grad an Invasivität aufgrund von benötigtem Gerätepark und Kabelstrecken
- ▶ Auch die Limitierung auf 3-7 Grenzflächenmikrofone stellt einen gewissen Eingriff in die Klassenraumsituation da



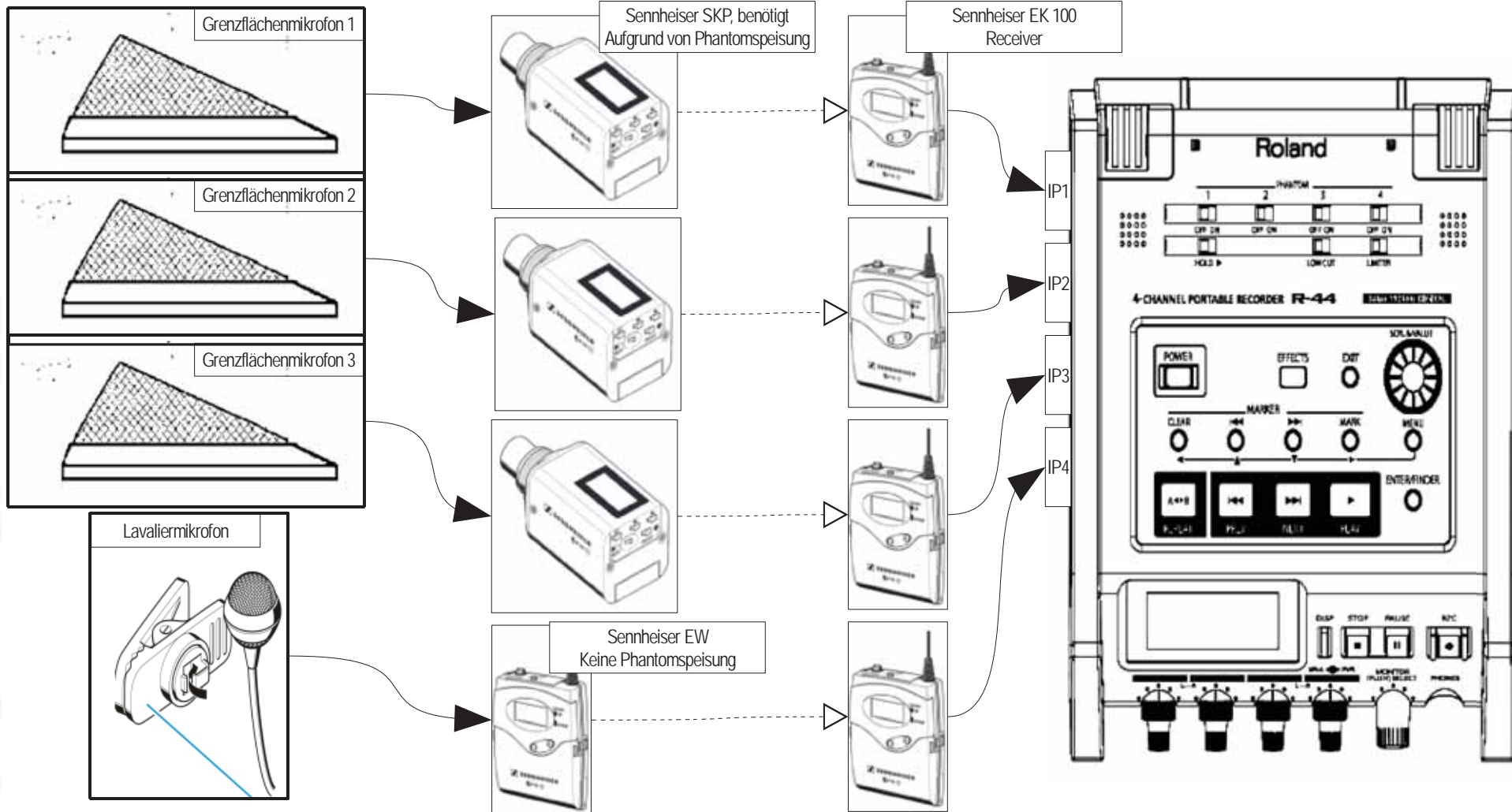
1. Abwägung:

- ▶ Der Grad an Invasivität für einen Aufbau mit 3 Grenzflächemikrofonen ist auch nicht sehr viel höher als ein großes Rummikrofon mit Stativ, vielleicht sogar niedriger
- ▶ Kabelstrecken können mit Tape im Raum verklebt werden und so unauffällig durch den Raum geführt werden.
- ▶ Die sehr viel bessere Audioqualität kompensiert die Nachteile

2. Kabelloser Aufbau

- ▶ Sämtliche Kabel werden durch kabellose Funkstrecken ersetzt

Vorteile	Nachteile
Weniger invasiv	Teuer (Kabel = 10 Euro, Funkstrecke = 400-600 Euro)
Aufbau u.U. schneller	Wartungsintensiv (Batterien)
	Erfordert Erfahrung bei Mehrfachbetrieb



1. Projektlaufzeit ViU

- Lehrerton über Ansteckmikrofon
- Schülertische mit „Mikrofonblumen“





2. Projektlaufzeit ViU

- Nur ein Schülertisch wird intensiv beobachtet
- Jede(r) Schüler(in) dieses Tisches trägt ein Ansteckmikrofon
- Problem: Häufig interessantere Interaktionen an anderen Tischen

3. Geplante Strategie für das QLB-Projekt

- **Jede(r) Schüler(in)** bekommt ein Ansteckmikrofon (bis zu **24 Mikrofone**)
- Herausforderungen:
 - Ausstattung der Schüler(innen) vor Unterrichtsbeginn
 - Synchronisierung der Mikrofone



Tonaufzeichnung: Tipps und Tricks

- Vor der Aufzeichnung beachten:
 - Raumakustik beurteilen. Bei schlechter Akustik wenn möglich anderen Raum wählen
 - Mikrofonierungsplan erstellen und Mikrofonaufbau testen
 - Bei Auswahl der Mikrofone auf Mikrofonempfindlichkeit und Richtcharakteristik achten
 - Akustische Störquellen beseitigen oder minimieren (z.B. Lüfter, Kühlschränke, offene Fenster, harte Fußböden und Tischoberflächen)
- Während der Aufzeichnung beachten
 - Ton über Kopfhörer abhören
 - Mikrofonaussteuerung beachten und ggf. nachregeln



Tonaufzeichnung: Fragerunde

- Erfahrungen mit verschiedenen Mikrofonierungsverfahren
 - Kameramikrofone
 - Richtmikrofone (z.B. Stativ- oder Deckeninstallation)
 - Mikrofonangeln
 - Grenzflächenmikrofone
 - Ansteckmikrofone (Lavalier-Mikrofone)
 - Weitere Lösungen (?)
- Aufgetretene Probleme und mögliche Problemlösungen bei der Tonaufzeichnung im Schulunterricht



Postproduktion: Technische Anforderungen

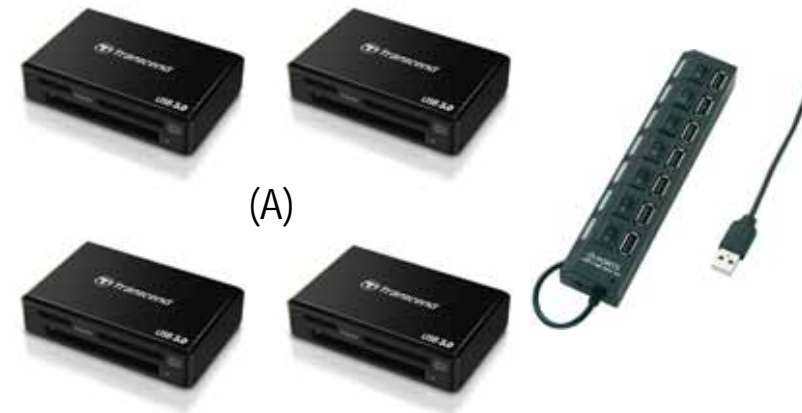
- Multi-Kamera-Schnitt
- Synchronisation von Tonspuren
- Einfügen von Grafiken und Texten
- Anonymisierung auf der Bildebene (Verpixeln)
- Identifikation und Hervorhebung einzelner Sprachpassagen
- Herunterpegeln von Störsignalen und Anonymisierung auf Tonebene
- Tonbearbeitung mit Effekten / automatisierte Tonbearbeitung (z.B. Equalizer, Compressor, Gate, automatisierte Filter etc.)
- Export bestimmter Publikationsformate

Um reibungslosen Betrieb zu ermöglichen sollte ein dedizierter Desktop-Rechner verwendet werden. Besonders präferiert werden sollten:

- Schnelle Prozessoren
- Viel RAM (16gb und mehr)
- Geeignete Grafikkarte

Zusätzlich von Vorteil sind:

- Spezieller 4k Monitor, falls in 4k gedreht wird
- Zwei-Monitor-Setups
- Mehrere externe USB 3.0 Card Reader mit USB-Hub (A) / z.B. Lexar Multi-SD-Card-Reader (B)



(B)

Name	Preis	Bedienumfang	Anmerkungen
Final Cut Pro X	299 Euro (+100 Euro für Erweiterungen)	In der Grundversion kein Tracking, ansonsten semiprofessionell	Nur Mac, keine Windows Version. Ohne Erweiterungen Funktionsumfang eingeschränkt
Adobe Premiere / Adobe After Effects	14,99 - 34,99 pro Monat (je nach Lizenz)	professionell, Industriestandard	Nur Abo-Möglichkeit, kein Kauf möglich
Lightworks	337 €*	professionell	Weniger verbreitet
Sony Vegas Pro	655 €	professionell	Nutzerfreundlich, nur Windows
Avid Media Composer	Ca. 350 €	Professionell, Fernsehstandard	Gute interne Projektorganisation, längere Einarbeitungszeit

* Es gibt eine kostenfreie Version, die jedoch keine Videos exportieren kann außer für Online-Videodienste und damit für die Videoforschung weitestgehend nutzlos ist. Es gibt jedoch auch einige im Bildungsprogramm partizipierende Hochschulen, die günstigere Konditionen anbieten.

Name	Preis	Bedienumfang	Anmerkungen
Windows Movie Maker	kostenfrei	Einsteigerniveau	Exporteinstellungen machen häufig Probleme
iMovie	kostenfrei	Einsteigerniveau	Nur für Mac, Exporteinstellungen sehr eingeschränkt
Virtual Dub	kostenlos	Semi-professionell	Sehr steile Lernkurve, komplex zu bedienen, alle Plattformen vorhanden

Vorteile kommerzieller Software im Kontext der Videoforschung

- ▶ In der Regel bedienfreundlich
- ▶ Automatische Synchronisation von Video- und Audiomaterial
- ▶ Möglichkeit zu erweiterten Export-Einstellungen
- ▶ Möglichkeit Objekte zu verfolgen (Tracking). Dies ermöglicht z.B. die teil-automatisierte Anonymisierung
- ▶ Möglichkeit Audiomaterial direkt im Videoschnittprogramm mit Effekten zu belegen (z.B. Kompressor)
- ▶ Software ist gut dokumentiert
- ▶ Support-Fragen können gestellt werden und werden in der Regel schnell beantwortet



Postproduktion: Fragerunde

- Weitere Anforderungen im Bereich der Postproduktion
- Aufgetretene Probleme und mögliche Lösungen

- Momentan noch nicht komplett automatisierbar
- ▶ Gründe:
 - Lösungen wie face recognition in opencv erfordern Programmierkenntnisse, FlexCV->gescheitert, weitere open source Software ist nicht bekannt.
 - Plug-Ins wie mCensor (Final Cut, 59\$) und Secret Identity (Final Cut, Adobe Premiere/After Effects, 79\$) funktionieren nur bei mittelgut aufgelösten Personen in einem tolerierbaren Bereich. Ab einer Größe von 10 Personen im Bild beginnen diese Algorithmen zu versagen.
- ▶ Alternativen:
 - Verfolgung komplett per Hand (nicht zu empfehlen)
 - Tracking (Auswahl eines Bildbereiches, der automatisch verfolgt wird -> fehleranfällig und benötigt viel manuelle Arbeit)

- ▶ Motion Capturing
- ▶ Benötigt:
 - Kenntnisse im Bereich CAD/CAM.
 - Entsprechende Software (z.B. Blender -> kostenfrei, 3D Studio MAX -> Nur Lizenzen, 1 Jahr 1600 Euro, Bildungsrabatt möglich)
 - Benötigt entweder
 - Spezielle Kleidung (weiße Punkte zur Erfassung von Punkten) + 2 Kameras
 - Kinect-Controller (Infrarot-Tiefenerfassungssystem) mit spezielle Software (z.B. Fastmocap)

Einschränkungen:

- Beide Varianten nur mit 1-2 SoS in einer Laborsituation zu realisieren