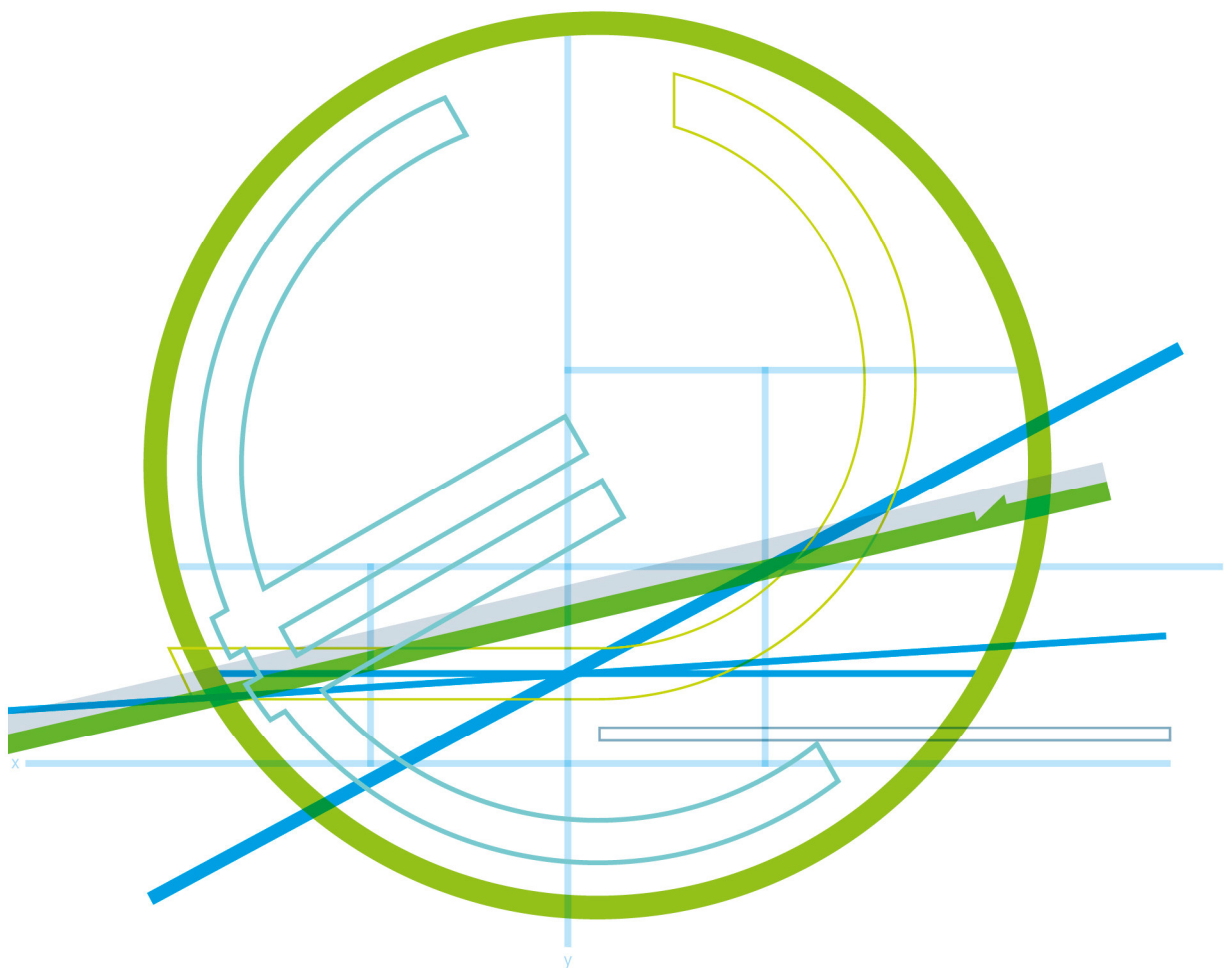


Clip it!

„Neue Lehrmedien“ im Bereich  
„erneuerbare Energieträger und  
Energieeffizienz“ für berufsbildende und  
verwandte Schultypen



## VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage [www.klimafonds.gv.at](http://www.klimafonds.gv.at) zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Neue Energien 2020“. Mit diesem Programm verfolgt der Klima- und Energiefonds das Ziel, durch Innovationen und technischen Fortschritt den Übergang zu einem nachhaltigen Energiesystem voranzutreiben.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes.

Ingmar Höbarth  
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

A handwritten signature in black ink that reads 'Theresia Vogel' in a cursive script.

Theresia Vogel  
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds

# „Neue Lehrmedien“ im Bereich „erneuerbare Energieträger und Energieeffizienz“ für berufsbildende und verwandte Schultypen

## Clip it!

**Autoren:**

Ernst Schriefl, Thomas Lewis (energieautark consulting gmbH)

*unter Mitarbeit von:*

Johann Breidler (AEE INTEC - Institut für nachhaltige Technologien)

Emanuel Panic (IQ Panic)

Julia Püringer (FH St. Pölten GmbH, Department IT & Medien)

Christoph Strasser (Bioenergy 2020+ GmbH)

Ingrid Tributsch (“die umweltberatung“ Wien - Die Wiener Volkshochschulen GmbH)

## 1 Inhaltsverzeichnis

|       |                                                                         |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Inhaltsverzeichnis .....                                                | 4  |
| 2     | Einleitung .....                                                        | 6  |
| 2.1   | Aufgabenstellung .....                                                  | 6  |
| 2.2   | Schwerpunkte des Projektes .....                                        | 7  |
| 2.3   | Einordnung in das Programm .....                                        | 7  |
| 2.4   | Verwendete Methoden .....                                               | 8  |
| 2.5   | Aufbau der Arbeit .....                                                 | 12 |
| 3     | Inhaltliche Darstellung .....                                           | 13 |
| 3.1   | Grundlagen – Was zeichnet einen guten didaktischen Film aus? .....      | 13 |
| 3.1.1 | Vorbemerkungen .....                                                    | 13 |
| 3.1.2 | Was heißt "gut"? .....                                                  | 13 |
| 3.1.3 | Thema eines Filmclips .....                                             | 18 |
| 3.1.4 | Länge eines Filmclips .....                                             | 18 |
| 3.1.5 | Visuelles Layout .....                                                  | 19 |
| 3.1.6 | Wahl der Interviewpartner .....                                         | 20 |
| 3.1.7 | Vermeidung akustischer Ablenkungen .....                                | 20 |
| 3.1.8 | Texteinblendungen .....                                                 | 22 |
| 3.2   | Der SchülerInnen-Wettbewerb .....                                       | 24 |
| 3.2.1 | Einreichungen der HTL Pinkafeld .....                                   | 26 |
| 3.2.2 | Einreichungen der HTL Vöcklabruck .....                                 | 28 |
| 3.2.3 | Fazit aus dem Wettbewerb .....                                          | 31 |
| 3.3   | Die Fortbildungsveranstaltungen für Lehrende („Aktivitätsmodule“) ..... | 32 |
| 3.3.1 | Auswertung der Fragebögen .....                                         | 33 |
| 3.3.2 | Zusammenfassung des Feedbacks während der Veranstaltungen .....         | 37 |
| 3.4   | Erstellen der Filme – Erfahrungen aus dem Projekt .....                 | 40 |
| 3.4.1 | Equipment .....                                                         | 40 |
| 3.4.2 | Vorbereiten und Durchführen der Aufnahmen .....                         | 45 |
| 3.4.3 | Filmschnitt .....                                                       | 46 |
| 4     | Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....                                 | 48 |
| 4.1   | Der Gewerkeraster „Kritische Punkte“ .....                              | 48 |
| 4.2   | Die erstellten Filme .....                                              | 52 |
| 4.2.1 | Hochwärmedämmende Gebäudehülle .....                                    | 52 |
| 4.2.2 | Thermographie .....                                                     | 59 |
| 4.2.3 | Sommertauglichkeit .....                                                | 61 |
| 4.2.4 | Luftdichtheit .....                                                     | 62 |
| 4.2.5 | Passivhaus allgemein .....                                              | 69 |
| 4.2.6 | Bauökologie / Materialien .....                                         | 71 |

|        |                                                                                      |     |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.7  | Lüftungstechnik .....                                                                | 71  |
| 4.2.8  | Solarthermie .....                                                                   | 77  |
| 4.2.9  | Photovoltaik .....                                                                   | 80  |
| 4.2.10 | Biomasse-Heizungen .....                                                             | 82  |
| 4.3    | Die Moodle-Lernplattform .....                                                       | 85  |
| 4.4    | Schlussfolgerungen .....                                                             | 88  |
| 5      | Ausblick und Empfehlungen .....                                                      | 91  |
| 6      | Literaturverzeichnis .....                                                           | 93  |
| 7      | Anhänge .....                                                                        | 94  |
| 7.1    | Anhang 1: Bewertung von externen Filme zu Biomasseheizungen und deren Komponenten... | 94  |
| 7.2    | Anhang 2: Programme der Fortbildungsveranstaltungen .....                            | 105 |
| 7.2.1  | Fortbildungsveranstaltung in Graz .....                                              | 105 |
| 7.2.2  | Fortbildungsveranstaltung in Innsbruck .....                                         | 106 |
| 7.2.3  | Fortbildungsveranstaltung in Wien .....                                              | 107 |
| 8      | Kontaktdaten .....                                                                   | 108 |

## 2 Einleitung

### 2.1 Aufgabenstellung

#### **Ausgangssituation/Motivation des Projekts**

Betriebe haben bereits heute Probleme, generell gute HTL-Absolventen oder Fachkräfte mit Lehrabschluss zu finden. Entsprechende Statements von Betrieben und VertreterInnen aus der Wirtschaftskammer sind häufig zu hören.

Neben der Vermittlung von Grundkenntnissen verschiedener Art wird auch die Vermittlung relativ neuer, sich stark dynamisch entwickelnder Inhalte zunehmend wichtig – dazu zählen auch die im gegenständlichen Projekt behandelten Themenfelder des energieeffizienten Bauens und der Nutzung erneuerbarer Energieträger. Auszubildende wie auch Lehrende werden hier somit kontinuierlich herausgefordert. Lehrbücher versuchen, Schritt zu halten, haben aber aufgrund der Produktionscharakteristika des Lehrmittels "Buch" Schwierigkeiten, auf diese Dynamik angemessen zu reagieren.

Einschlägiges Medienmaterial (Filme, Fotos) mit ausreichenden Kommentaren (was sieht man auf dem Film/dem Foto?) zu Detailthemen sind rar, häufig nicht mit didaktischer Absicht ausgeführt und tendenziell rasch veraltet.

Der Großteil österreichischer Lehrender an berufsbildenden Schulen und verwandten Schultypen hat bereits Erfahrung mit neuen Medien, und sei es nur die Nutzung des Internets an sich während des Unterrichts. Gesucht sind über diese bereits seit langem gelebte Praxis hinaus spezifische, möglichst auf die Ausbildung zukünftiger PlanerInnen zugeschnittene Lösungen zu Lehr- und Lernmaterialien, die entsprechend ins Detail gehen. Viele Lehrende können zwar eine entsprechende "Wunschliste" erstellen, die gerade für ihren Unterricht passt, haben aber nicht die Zeit bzw. Mittel, die entsprechenden Materialien selbst zu erstellen bzw. selbst zu suchen und zu bewerten.

#### **Zielsetzungen des Projekts**

1. Zielgruppenorientierte Erstellung von Lehr- und Lernmaterialien auf der Basis "neuer Medien" in den Bereichen energieeffizientes Bauen und Nutzung erneuerbarer Energieträger. Zielgruppe: österreichische berufsbildende Schulen, mit dem Schwerpunkt auf Höheren Technischen Lehranstalten (HTLs).
2. Definition qualitätsentscheidender Schlüsselstellen des Berufsalltags in den Bereichen energieeffizientes Bauen und Nutzung erneuerbarer Energieträger über einen sogenannten „Gewerkeraster Kritische Punkte“ als Grundlage für die Zielorientierung bei der Erstellung der Lehr- und Lernmaterialien. Damit auch Verfügbarmachen einer Arbeitsgrundlage für Vorhaben über das Projektende hinaus.
3. Einbindung engagierter Lehrender im Bereich berufsbildender Schulen. Weiters Beteiligung von SchülerInnen in Wettbewerbsform unter Anleitung einschlägiger ExpertInnen.

4. Verfügbarmachen der im Projekt erstellten Materialien für andere Plattformen/Initiativen (wie E-Learning-Plattformen, Bildungsserver) in barrierefreier Form.
5. Verbreitung der Ergebnisse über Fortbildungsveranstaltungen für Lehrende.

## 2.2 Schwerpunkte des Projektes

Der Schwerpunkt des Projekts lag in der Produktion von didaktischen Kurzfilmen (typische Filmlängen: 3 bis 15 Minuten<sup>1</sup>), welche verschiedene Themenbereiche des energieeffizienten Bauens und der Nutzung erneuerbarer Energieträger behandeln.

Folgende Themenbereiche wurden erfasst: Hochwärmedämmende Gebäudehülle, Thermographie, Sommertauglichkeit, Luftdichtheit, Passivhaus allgemein, Bauökologie / Materialien, Lüftungstechnik, Solarthermie, Photovoltaik, Biomasse-Heizungen.

Von der ursprünglichen Idee, einen Großteil der Filme über einen SchülerInnen-Wettbewerb zu generieren, wurde im Laufe des Projekts abgewichen, sodass schließlich ein Großteil der Filme durch das Projektkonsortium produziert wurde.

Insgesamt wurden 54 Filme produziert, welche unter der Projekthomepage [www.clipit.at](http://www.clipit.at) zugänglich sind.

Vor dem Produzieren der Filme wurde ein für das Projekt wesentliches Dokument erstellt, der sogenannte „Gewerkeraster Kritische Punkte“. In diesem Dokument sind qualitätskritische Punkte bei Planung und Ausführung beschrieben (für die Bereiche Hochwärmedämmende Gebäudehülle, Thermographie, Luftdichtheit, Lüftungstechnik, Solarthermie, Photovoltaik, Biomasse-Heizungen) und Hinweise zur filmischen Umsetzung angeführt.

Die Filme sind in eine Moodle-Lernplattform eingebettet. Diese enthält Links zu weiterführenden Dokumenten, anderen relevanten Filmen, passende Fragen zum jeweiligen Thema und Hintergrundinformationen.

## 2.3 Einordnung in das Programm

Die Einreichung des Projekts erfolgte im Rahmen der vierten Ausschreibung des Programms „Neue Energien 2020“ und wurde hier im Themenfeld „Strategische Weiterentwicklung im Bereich Erneuerbare Energie sowie der Energieeffizienz“, Punkt 8 eingereicht.

---

<sup>1</sup> In einigen Fällen wurde die Filmlänge überschritten.

Zitat aus dem Ausschreibungsleitfaden, Kap. 3.8.2 Strategische Weiterentwicklung im Bereich Erneuerbare Energie sowie der Energieeffizienz, Punkt 8 (siehe „Leitfaden für die Projekteinreichung“: Klima- und Energiefonds (2010), S. 26):

*„Neue Konzepte für Ausbildung und Informationstransfer für innovative Technologien: Maßgeschneiderte Ausbildungskonzepte und didaktisch aufbereitete Materialien für unterschiedliche Zielgruppen, insbesondere berufsbildende Schulen mit besonderem Focus auf kooperative Lernprozesse und neue didaktische Methoden der Motivation, der Visualisierung und Qualitätssicherung in den Bereichen erneuerbare Energieträger, Energieeffizienz und Energiesysteme.*

*Von den AntragstellerInnen wird der Einsatz neuer Medien und Ideen für neue didaktische Konzepte erwartet.“*

## 2.4 Verwendete Methoden

Die verwendete Methodik lässt sich in folgende wesentliche (Teil-)Aktivitäten gliedern:

1. Erstellung eines Gewerkerasters „Kritische Punkte“
2. Abwicklung eines Filmwettbewerbs
3. Produktion von Filmen durch das Konsortium
4. Sammeln und Kommentieren von existierenden Schulungsfilmen
5. Aufbau einer Moodle-Lernplattform
6. Verbreitungsmaßnahmen und Vernetzung

### *Erstellung eines Gewerkeraster „Kritische Punkte“*

"Kritische Punkte" sind Schlüsselstellen im Planungs- und Bauablauf, an denen Fachkräfte in realen Situationen gehäuft auf Schwierigkeiten stoßen. Die Ursachen liegen in sich verändernden Randbedingungen (neue Produkte, neue Normen, neue Erkenntnisse, steigendes Kundenbewusstsein, etc.) sowie in der Komplexität der jeweiligen Fragestellungen.

Unter "kritisch" wird hier verstanden, dass eine qualitativ hochwertige, dauerhafte Ausführung auf dem Spiel steht. Derartige kritische Punkte sind die Grundstruktur für die weiteren Aktivitäten im Projekt. Diese Grundstruktur wurde daher zunächst erarbeitet und für die weitere Arbeit im Projekt intern, aber auch für Dritte visualisiert ([www.clipit.at](http://www.clipit.at) -> Gewerkeraster).

Der Gewerkeraster „Kritische Punkte" wurde in zwei Schritten erstellt.

Zuerst wurde eine "Auflösung grob" als Arbeitsgrundlage für die Arbeit in der Expertengruppe erstellt und in Form einer Tabelle festgehalten.

Diese Version "Auflösung grob" wurde in einem zweiten Schritt von den Mitgliedern der Expertengruppe in eine "Auflösung fein" ausformuliert, wobei nicht alle Punkte der "Auflösung grob" in die „Auflösung fein“ übernommen wurden. Das Summe aus "Auflösung grob" und "Auflösung fein" wird als Gewerkeraster „Kritische Punkte" bezeichnet.

Jeder Punkt im Gewerkeraster "Auflösung fein" ist gemäß einer einheitlichen Struktur beschrieben:



Nach einer Erläuterung der Problemstellung werden mögliche Folgen mangelhafter Ausführungen und Lösungsmöglichkeiten beschrieben, danach erfolgt eine Beschreibung, wie der jeweilige Punkt filmisch umgesetzt werden könnte (mit „Pflichtenheft“ bezeichnet). Hier wird skizziert, wie das Problem und die Lösungsmöglichkeiten filmisch dargestellt werden könnten. Schließlich wird ein Punkt im Gewerkeraster durch eine Sammlung thematisch passender Bilder abgerundet.

Im Gewerkeraster werden folgende thematische Schwerpunkte behandelt:

- Hochwärmedämmende Gebäudehülle (Wärmedämmverbundsysteme, Wärmebrückenfreiheit, Thermographie)
- Luftdichtheit
- Lüftungstechnik
- Solarthermie
- Photovoltaik
- Biomasse-Heizungen / Heizsysteme allgemein.

### *Abwicklung eines Filmwettbewerbs*

Durch den Filmwettbewerb sollte erreicht werden, dass SchülerInnen (aus HTLs) basierend auf den im Projekt erstellten Unterlagen (insb. Gewerkeraster „Kritische Punkte“ und weitere Anleitungen) selbst Filme produzieren und diese einreichen. Es war ursprünglich vorgesehen, dass ein Großteil der im Projekt erstellten Materialien aus diesem Wettbewerb generiert wird.

Vor Start des Wettbewerbs wurden Anleitungen für die Produktion von Filmen und Podcasts erstellt sowie ein Motivationsplakat für den Wettbewerb (gedacht zum Aufhängen in Schulen) entworfen (zu finden unter [www.clipit.at](http://www.clipit.at) -> „Downloads“).

Um den Wettbewerb zu bewerben und eine möglichst hohe Beteiligung durch SchülerInnen zu erreichen, wurden von März 2012 bis Februar 2013 Präsentationen an Schulen durchgeführt und so Projekt und Wettbewerb vorgestellt. Insgesamt wurden an 21 Terminen 18 Schulen, verteilt über das gesamte Bundesgebiet, besucht.

Der Wettbewerb wurde in zwei Phasen durchgeführt. In der ersten Phase dauerte der Einreichzeitraum bis Ende September 2012. Im Herbst 2012 wurde entschieden, den Wettbewerb weiterzuführen; die Einreichfrist für diese zweite Phase war der 20.5.2013. Insgesamt wurden (erste und zweite Phase zusammengefasst) im Rahmen des Wettbewerbs 11 Filme eingereicht, welche im Juni 2013 bewertet und prämiert wurden (Details siehe Kap. 3.2 „Der SchülerInnen-Wettbewerb“).

Die betreuenden Lehrer wurden in einem Brief über die Wettbewerbsergebnisse informiert. In diesem Brief wurden auch Details zur Bewertung der Filme angeführt, wobei zu jedem Film positive und verbesserungswürdige Punkte dargestellt wurden. Ein relativ häufiger Kritikpunkt war, dass zu wenig Energiebezug bzw. zu wenig Bezug zu den Punkten im Gewerkeraster hergestellt wurde.

Bereits aufgrund der Erfahrungen aus der ersten Phase des Wettbewerbs konnte nicht mehr erwartet werden, dass aus dem Wettbewerb Material in ausreichender Menge und Qualität hervorgehen würde, das als Endprodukt im Sinne des Projekts Clip it! verwendbar sein würde, weshalb ab Herbst/Winter 2012 im Projekt ein Schwerpunkt auf die Produktion von Filmmaterial aus dem Konsortium heraus gelegt wurde.

### *Produktion von Filmen durch das Konsortium*

Die Erstellung der Filme erfolgte in mehreren Schritten, die auch zeitlich ineinandergriffen. Zu Beginn stand die Aufnahme des Rohmaterials. Das Rohmaterial umfasst Interviews mit ExpertInnen, Interviews mit Herstellern (auf Messen), Vorträge auf den im Projekt durchgeführten Fortbildungsveranstaltungen sowie Aufnahmen auf Baustellen und von Besichtigungen von Anlagen und Gebäuden. Die Aufnahme des Rohmaterials erforderte auch entsprechende Vorbereitungsarbeiten: neben rein organisatorischen Punkten (wie Vereinbaren von Terminen, etc.) gab es auch eine inhaltliche Vorbereitung (wie Erstellen von Interviewfragen und Senden dieser Fragelisten an die jeweiligen Interviewpartner).

Nach der Aufnahme des Rohmaterials wurde dieses entsprechend gesichert und von Zeit zu Zeit die Festplatten, auf denen sich das Rohmaterial befindet, synchronisiert (damit paralleles Arbeiten am Filmschnitt durch mehrere Personen möglich ist).

Der Schnitt von Filmen begann mit dem Sichten des Rohmaterials und einem Rohschnitt. Dabei werden zu einem Thema (diese wurden später Filmtitel) jeweils passende Sequenzen aus dem Rohmaterial ausgeschnitten und in das Filmprojekt kopiert. Eine Standardtätigkeit in dieser Phase ist auch das Synchronisieren von Bild- und Tonspur (in der Regel wurde nicht der Kameraton verwendet, sondern eine separat mit einem externen Mikrofon aufgenommene Audiospur).

Nach dem Rohschnitt begann der Feinschnitt. In dieser Phase wurden hauptsächlich erklärende Elemente hinzugefügt wie Texteinblendungen und zusätzliche Erläuterungen (ggf. auch als „Voice-Over“ gesprochen), Bildbeschriftungen oder einfache Animationen. In dieser Phase wurde auch die Gesamt-Dramaturgie des jeweiligen Films nochmal überarbeitet und schließlich der Film finalisiert, indem Vor- und Nachspann hinzugefügt wurden und der Film in ein entsprechendes Dateiformat exportiert wurde-

Die fertig geschnittenen Filme wurden auf die Plattform Vimeo hochgeladen, auch um (hauptsächlich ExpertInnen aus dem Konsortium) die Möglichkeit zu geben, die Filme zu kommentieren. Auf Vimeo kann man im Unterschied zu Youtube hochgeladene Filme mit neuen Versionen überschreiben.

Für Details zur Arbeitsweise und zu gemachten Erfahrungen bei der Produktion von Filmen siehe auch Kap. 3.4 (Erstellen der Filme – Erfahrungen aus dem Projekt). Beschreibungen der Inhalte der Filme befinden sich in Kap. 4.2 (Die erstellten Filme).

### *Sammeln und Kommentieren von existierenden Schulungsfilmen*

Thematisch relevante Schulungs- bzw. Lehrfilme wurden gesucht (hauptsächlich auf youtube) und bewertet. Die Bewertung erfolgte nach den Kriterien der inhaltlichen Qualität (sind die Inhalte fachlich richtig dargestellt?) und der didaktischen Qualität (Inwieweit sind die Filme im Unterricht bzw. für Schulungszwecke einsetzbar? Sind sie für das Selbststudium geeignet? Haben sie einen logisch schlüssigen Aufbau?). Filme mit ausreichender Qualität wurden in die Moodle-Lernplattform eingebettet.

### *Aufbau einer Moodle-Lernplattform*

Die im Projekt eingerichtete Lernplattform basiert auf der Open-Source-Software "Moodle".

Ziel der Moodle-Plattform ist die Einbettung der im Projekt erstellten Materialien in einen größeren (didaktischen) Rahmen. Diese Plattform enthält Links zu weiterführenden Dokumenten, zu anderen relevanten Filmen, passende Fragen zum jeweiligen Thema und Hintergrundinformationen.

Bei der Gestaltung der Plattform wurde auch versucht, sich an bestehenden Moodle-Plattformen zu orientieren. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang das Einholen von Ratschlägen von Johannes Fechner (klima:aktiv Bildungskordinator, verantwortlich für den IBO Moodle Kurs ). Von ihm stammt der Rat, eher kurze e-learning Module zu gestalten und die Themen klar einzugrenzen.

Die Gliederung und auch die Aufbereitung der Inhalte der Moodle-Plattform orientiert sich am Gewerkeraster „Kritische Punkte“.

Bei der Gestaltung der Moodle-Kurse wurde auch auf Integration von Inhalten aus dem Projekt „Wissen in die Schule - Wissenstransfer - Entwicklung von Unterrichtsmaterialien für Berufsbildende Höhere Schulen“ (kurz: „e-Genius“) Wert gelegt.

Link zur Moodle-Plattform: [kurse.clipit.at](http://kurse.clipit.at)

Siehe auch Kap. 4.3 (Die Moodle-Lernplattform).

### *Verbreitungsmaßnahmen und Vernetzung*

Ein wesentliches Element der Verbreitung der Projektergebnisse war die Durchführung von drei Fortbildungsveranstaltungen für Lehrende (Orte: Pädagogische Hochschulen in Graz, Innsbruck und Wien).

Das Programm dieser Veranstaltungen folgte einem einheitlichen Schema: Es wurden zu je vier thematischen Schwerpunkten (Gebäudehülle, Lüftungstechnik, Solarthermie, Biomasseheizungen) zwei bis drei Clip it! Filme (mit ergänzenden Erläuterungen) gezeigt. Die anwesenden LehrerInnen hatten dann die Möglichkeit, einerseits strukturiert unter Verwendung eines Feedback-Fragebogens Rückmeldungen zur Qualität und Einsetzbarkeit der gezeigten Filme zu geben, andererseits auch direkt während der jeweiligen Vorträge über mündliches Feedback. Die Präsentation der thematischen Schwerpunkte erfolgte – wenn möglich – durch die jeweiligen Fachpartner im Clip it! Konsortium, welche auch die jeweiligen Schwerpunkte im Gewerkeraster behandelt hatten.

Weiters widmete sich ein Vortrag den Erfahrungen, die im Clip it! Konsortium bei der Erstellung der Filme gemacht wurden, auch mit dem Hintergrund, die anwesenden LehrerInnen zu motivieren, selbst Filme zu erstellen bzw. SchülerInnen dabei zu unterstützen, Filme zu erstellen (bezüglich der Erstellung von eigenen Filmen äußerten auch einige der TeilnehmerInnen Interesse, einige hatten schon diesbezüglich Erfahrungen gemacht).

Nach den Veranstaltungen wurden die wesentlichen Rückmeldungen („Lessons Learned“) aus den Veranstaltungen zusammengefasst und auf der Clip it! Homepage veröffentlicht.

Zu Projektende wurden verschiedene Bildungs- bzw. E-Learning-Plattformen kontaktiert, von den Projektergebnissen informiert und es wurde angefragt, inwieweit die Clip it! Inhalte in die jeweilige Plattform integrierbar wären. Am vielversprechendsten hinsichtlich der Integration von Clip it! Inhalten erscheint zum Zeitpunkt der Finalisierung dieses Berichts der Kontakt zu [bildung.at](http://bildung.at) (einer vom Bundesministerium für Bildung und Frauen betriebenen Plattform).

Mit Johannes Fechner (Bildungskoordinator von klima:aktiv) wurde bereits in einer frühen Phase des Projekts Kontakt aufgenommen. Im Rahmen von klima:aktiv wird bereits eine „Lernplattform für ökologisches und energieeffizientes Bauen“ ([kurse.ibo.at](http://kurse.ibo.at)) für die Ausbildung von ProfessionistInnen (mit ähnlichen thematischen Schwerpunkten wie in Clip it!) betrieben.

Es besteht das Interesse von Johannes Fechner, Clip it! Ergebnisse in diese Lernplattform zu integrieren. Eine diesbezügliche Konkretisierung ist nach dem Projektende angestrebt.

## 2.5 Aufbau der Arbeit

Nach einem einleitenden Grundlagenkapitel (Kap. 3.1), das sich mit der Frage auseinandersetzt, was einen guten didaktischen Film auszeichnet, werden wesentliche Aktivitäten des Projekts beschrieben: der SchülerInnen-Wettbewerb (Kap. 3.2), die Fortbildungsveranstaltungen (Kap. 3.3), die Erfahrungen, die beim Erstellen der Filme gemacht wurden (Kap. 3.4).

Danach werden die wesentlichen Ergebnisse vorgestellt: der Gewerkeraster „Kritische Punkte“ (Kap. 4.1), Beschreibungen der im Projekt erstellten Filme (Kap. 4.2) und der Aufbau der Moodle-Lernplattform (Kap. 4.3).

Der Bericht schließt mit einer Darstellung von Schlussfolgerungen (Kap. 4.4) und einem Kapitel zu Ausblick und Empfehlungen (Kap. 5).

### 3 Inhaltliche Darstellung

#### 3.1 Grundlagen – Was zeichnet einen guten didaktischen Film aus?

##### 3.1.1 Vorbemerkungen

Dieser Abschnitt versucht die Erfahrungen und Überlegungen der Berichtsaufsteller wiederzugeben, was einen didaktisch guten Film ausmacht. Seit mindestens 15 Jahren gibt es umfassende Ratgeber, wie gute Folienpräsentationen zu gestalten sind: max. Text pro Folie, Fontgröße, Unterlegung mit Bildern etc. Hinweise beziehen sich auf die Gestaltung der Folien selbst wie auch auf den Vortrag, der auf Basis der Folien gehalten wird.

Auch für Lehrfilmclips sind solche Tipps bzw. Regeln verfügbar, aber noch rarer. Vieles davon wurde erst während der Projektlaufzeit veröffentlicht. Die folgenden Gestaltungsregeln decken sich weitgehend mit der gefundenen Literatur, entspringen in erster Linie aber den eigenen Überlegungen der Autoren, die im Laufe des Projekts gemacht wurden.

##### 3.1.2 Was heißt "gut"?

Die Bewertung "guten Unterrichts" an sich ist ein in Österreich und international kontroversiell diskutiertes Thema. Insbesondere bei stark sich dynamisch entwickelnden Inhalten (wofür auch die im Projekt behandelten Inhalte zählen), hat das klassische Lehrmittel Schulbuch aufgrund seiner Produktionscharakteristika Schwierigkeiten, auf diese Dynamik angemessen zu reagieren, weshalb dessen Praxisrelevanz fallweise angezweifelt wird.

Ist hier – also für stark dynamisch sich entwickelnde Wissensbereiche – der Einsatz von Videos im Unterricht eine mögliche Abhilfe?

Zunächst gibt es grundsätzliche Vorbehalte – auch von ExpertInnen – gegenüber der Verwendung digitaler Medien im Unterricht, so z. B. vom deutschen Hirnforscher Manfred Spitzer (siehe Abbildung 1). Spitzer war es auch, der in seinem Buch "Digitale Demenz" (Spitzer 2012) stark den Boom des Einsatzes elektronischer Medien im Unterricht kritisierte.

Dennoch - der Vorteil von Filmclips, die über das Internet angesehen werden können, gegenüber Printmedien ist, dass

1. aus der Zahl der Zugriffe zumindest das Interesse an einem Clip erfasst werden kann, wenngleich keine Unterscheidung in SeherInnenkategorien erfolgt (z. B. SchülerInnen, Lehrende, Professionisten, Private);
2. aus Kommentaren der NutzerInnen (vor allem bei Youtube) der Wert der Hilfestellung eines Videos ermessen werden kann.



Der deutsche Neurobiologe Manfred Spitzer über die Computernutzung von Kindern

# Hirne sind ganz schnell vermüllt

Von Alexandra Grass

■ Ein umfangreiches Grundwissen ist die Voraussetzung für das weltweite Netz.

Wien. Ein Lehrer hat drei Schülern den Auftrag erteilt, ein Referat über Georgien zu halten. Referiert wurde – allerdings über den US-Bundesstaat Georgia. „Die haben den Irrtum gar nicht mal gemerkt“, skizziert der deutsche Hirnforscher Manfred Spitzer, Leiter des TransferZentrums für Neurowissenschaften und Lernen (ZNL) der Universität Ulm, im Gespräch mit der „Wiener Zeitung“. Wenn man den Computer als Arbeitsgerät verwenden möchte, braucht es keine Medienkompetenz, sondern vor allem Vorwissen – damit kann man im Netz die Spreu vom Weizen trennen.

Der Wissenschaftler befürchtet angesichts der Tatsache, dass der Computer immer mehr in Schulen, aber mittlerweile auch in Kindergärten zum Einsatz kommt, klare negative Auswirkungen auf den Bildungsprozess. Studien würden zeigen, dass Kinder, die bereits im Kindergartenalter elektronische Medien nutzen, eher zu Les- und Rechtschreibschwächen neigen. Aufmerksamkeitsdefizite und mehr Schulprobleme haben.

Viele Erwachsene sitzen tagtäglich vor dem Computer – er nimmt ihnen Arbeit ab, das ist gut so. Aber genau deswegen hüten die Geräte bei Lernenden nichts zu suchen, so Spitzer. „Denn wenn man ihnen Arbeit abnimmt, dann passiert im Gehirn weniger. Schüler brauchen keinen Computer, um gebildeter zu werden. Sie brauchen ein paar gute Bücher und gute Lehrer. Sind sie dann gebildet, dann können sie auch googeln und mit dem Netz umgehen.“ Der sogenannte hermeneutische Zirkel, den man

durchleben sollte, findet nicht mehr statt: „Man findet etwas, geht zurück zum Allen, versteht es neu und besser und geht dann zur nächsten Quelle.“

Im Gehirn geschieht dies durch die Bildung von Synapsen – Kontaktstellen zwischen den Zellen. Zwischen den ungefähr 100 Milliarden Nervenzellen bestehen bis zu 500 Billionen Synapsen. Viele davon sind nicht statisch, sondern verändern sich und können damit die Effizienz der Übertragung auf andere Neuronen verändern.

Synapsen können sich aber nur dann verändern, wenn Reize sie durchlaufen. Dies geschieht beim Lernen. Läuft ein Impuls allerdings nur einmal, dann passiert nichts. Besonders. Denn Einzelfälle haben keine Auswirkung auf das Gehirn. Was jedoch ständig wiederholt wird, verfestigt sich in Synapsenstrukturen.

Wird in Klassen mit elektronischen Tafeln (Smartboards) und Laptops gearbeitet, gibt es kein Abschreiben mehr – darunter leidet die Synapsenbildung im Gehirn. „Abschreiben heißt, die Schüler müssen sich etwas merken. Es geht in den Kopf rein und wieder raus. Und damit ist es im Gehirn schon einmal durchgegangen.“ Mit „Kopieren“ und „Einfügen“ per Mausclick, „da muss gar nichts oben hinein“. Das ist Standardwissen in der Psychologie, betont Spitzer.

Studien, ob die Einführung elektronischer Medien irgendeiner Bildungseinrichtung einen Vorteil gebracht hätte, gibt es laut dem Hirnforscher keine. Hingegen wisse man anhand der Pisa-Daten, dass Computer und Fern-



Der Computer macht Spaß, kann allerdings dem Gehirn schaden. Foto: Schödl

seher sowohl im Kinder- als auch im Klassenzimmer die Schulleistungen verschlechtern.

In Südkorea ist etwa geplant, den Unterricht ab 2013 nach und nach flächendeckend elektronisch zu gestalten. Das heißt, keine Schulbücher und keine Hefte mehr. „Das Schöne daran ist“, betont Spitzer, „während wir zurzeit die Südkoreaner noch als Konkurrenz in Technik und Ingenieurwissenschaften haben, brauchen wir uns künftig darum keine Sorgen mehr machen. Die werden ihre nächste Generation bildungsmäßig so kaputt machen, dass wir die ganz leicht überrunden.“

Aber warum sind Kinder so fasziniert davon? Mit dem Computer kann man natürlich allerlei Lustiges machen. Gibt man etwa das Wort Teddybär ein, so erscheinen 100 Teddybären auf

dem Bildschirm. Für eine gewisse Zeit sei das auch durchaus vertretbar, aber keine sechs Stunden Ballerspiele am Tag“. Und dann gibt es da 1000 verbotene Dinge, für die sich die Jugendlichen dann noch mehr interessieren – oft endet der Computerkonsum in einem Suchtverhalten. Mit Maß und Ziel sei hier daher das oberste Gebot.

## Geld für Pädagogenhirne

Wichtiger sei, dass die Kinder mit sich selbst etwas anfangen und selbstgesteuert handeln können. „Dass sie nicht nur kuscheln und machen, was man ihnen sagt“, so Spitzer. Die Fähigkeit der Selbsterfahrung und Selbstkontrolle lernen sie nicht durch Computer sondern durch Theaterspielen, Sport, Bewegung und Musik. Bildungsgelder seien besser ange-

legt, wenn man sie quasi in die Gehirne der Pädagogen steckt als in Geräte, die in fünf Jahren kaputt oder veraltet sind.

Die Investition müsse im Kindergarten beginnen. Dort sollte man sich auf Bewährtes konzentrieren. Auch auf so alte Hüte wie „Drei Chinesen mit dem Kontrabass“ mit U oder „Alles, was Flügel hat, fliegt...“. Ein Verhalten, das reflexartig kommt, nicht zu machen, das sei Frontalhirntraining pur. „Eine Generation Hirne ist schnell vermüllt, dem entgegenzusteuern wäre das oberste Gebot. Abschließend stellt Spitzer fest: „Ich bin kein Computerhasser, doch gelernt wird besser mit Herz, Hirn und Hand.“ ■

„Neues Lernen“ – Vortrag von Manfred Spitzer am 13. Oktober um 15 Uhr in der Wiener Stadthalle.

Abbildung 1: Ein Zeitungsartikel über den Vortrag "Neues Lernen" aus der "Wiener Zeitung" vom 9. Oktober 2011.

Ein Nutzen wird bereits über die vielfach positiven NutzerInnenkommentare zu bestehenden Internetvideos offenkundig (Beispiele siehe unten). Neben diesen Kommentaren wurde aber auch bereits in größeren Versuchsprojekten ("Khan-Academy" in den USA) nachgewiesen, dass gut gemachte Videos den Lernerfolg erhöhen. Der didaktische Nutzen von Videos betrifft vor allem jene Unterrichtsgegenstände, in denen ein großer Nachhilfemarkt besteht. Im Bereich der technischen Fächer ist das mit überwältigendem Abstand Mathematik. Nicht umsonst hatten die ersten Filme der Khan-Academy Mathematik zum Inhalt. Hier werden Zugriffszahlen im Bereich der Zigttausende erreicht.

Zur Veranschaulichung des Nutzens von Mathematikvideos für SchülerInnen werden hier einige Kommentaireinträge von Youtube-Filmen zu Mathematik wiedergegeben:

### *Zahlenmengen in der Mathematik*

<https://www.youtube.com/watch?v=UvjaFDFwMBw>, 12.898 Klicks (Zugriffe) am 13.10.2014.

User "Megu7ru":

"Du bist echt gut, Fex! Hab grad gemerkt, dass noch 6 Wochen bis zu meinem GK-Mathe-Abi sind und ich seit der elften Klasse nur 5er geschrieben habe ... schwierige Voraussetzung könnte man meinen, aber dank dir kommt mir Analysis gar nicht mehr so schwer und kompliziert vor. Vor allem, weil du bei den Grundlagen anfängst, wie hier, die Zahlenmengen. Vielen Dank und bitte bitte mach weiter so tolle Videos! Und dein Kumpel bitte auch :)"

### *Exponentieller Zerfall*, Autor Jörg Loviscach

<https://www.youtube.com/watch?v=0aDAinank9U>, 9.960 Klicks am 13.10.2014

Userin "lauralagrandeX":

"Brauchen sie zufällig nen Job als Mathelehrer? Meinen Mathelehrer können sie gerne ersetzen!"

User "LaomerKedor":

"Gibt es eigentlich noch weitere Prof., welche dies machen? Ihre Videos sind Arznei für Deutschland! Ich hoffe, sowas gibt es in Zukunft häufiger. An dieser Stelle vielen Dank für den Aufwand, alles zu schneiden und zu uppen."

### *Beschränktes Wachstum*, Autor "TheSimpleMaths"

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_0dLIVQHxUg](https://www.youtube.com/watch?v=_0dLIVQHxUg), 29.092 Klicks am 13.10.2014

Userin "isidora":

"morgen matheklausur....danke!!! :D"

Aber auch:

Userin "MsLatinera":

"Das Video ist echt witzig, nur leider passt das Beispiel überhaupt nicht zum beschränkten Wachstum. Tatsächlich verbreitet sich solch ein Gerücht nämlich logistisch, d.h. anfangs exponentiell (es wissen erst wenige und noch ein paar und dann steigt der Graph bzw. die Verbreitung des Gerüchts immer schneller) und erst nachdem es ca. die Hälfte der Schule weiß, wächst der Graph beschränkt. Der Graph sähe dann aus wie ein S. Es grüßt eine junge Mathelehrerin ..."

Was die Recherche zu Clips im Bereich Mathematik gezeigt hat, war, dass offenbar nicht "coole" Clips gefragt sind, sondern jene, die

1. sachlich richtig
2. ein Thema klar und leicht verfolgbar aufbauen.

Reaktionen von SchülerInnen auf Lehrfilme aus dem Bereich Mathematik sind sicher nicht eins zu eins auf den Bereich "energieeffizientes Bauen und Nutzung erneuerbarer Energieträger" umlegbar. Es gibt in einem axiomatisch aufgebauten Gebiet wie der Mathematik keine divergierenden

"Expertenmeinungen" zu einem Thema, sodass es um vieles leichter fällt, derartige Filme zu erstellen. Was man aber aus einer Recherche zu den Kommentaren zu den vielen Mathematikclips ableiten kann, ist:

1. die offenbar hohe Bereitschaft von SchülerInnen, Hilfestellungen zum Unterricht eigenständig in Videos zu suchen.
2. dass es nett sein mag, einen Clip mit coolen Effekten, Bildern, witzigen Einlagen etc. aufzupeppen – letztendlich ist das aber nicht entscheidend. Ein Anbieten an SchülerInnen über einen "jugendlichen Stil" scheint daher verfehlt zu sein bzw. den Clips eine unnötige Erwachsenenansicht aufzudrücken.

Sicher sind aber auch die Situationen näher zu unterscheiden, in welchen ein Schüler einen Clip betrachtet, nämlich der Clip

- als letzter Rettungsanker kurz vor einer Prüfung (siehe NutzerInnenkommentar oben)
- im Unterricht abgespielt
- als Hausaufgabe zur Unterrichtsvorbereitung.

Je geringer der schulische Druck in einer Situation ist, eine Information zu erhalten, je höher also der Anteil der Freiwilligkeit ist, umso wichtiger wird die "Unterhaltungskomponente" des Videos ausfallen, um ZuseherInnen anzusprechen.

Die quantitative Bewertung von Videos durch SchülerInnen bzw. NutzerInnen erfolgt alleine durch Klick-Bewertung. Clips mit hoher Klickzahl, die ein Spezialthema aufgreifen, sind aber nicht unbedingt automatisch als für den Schüler hilfreich zu beurteilen. Eine hohe Zahl an Klicks kann vielmehr auch bedeuten, dass der Clip in dem Themenbereich eine Alleinstellung hatte – es gab einfach keine anderen Filmclips zum Thema. Wie viele der NutzerInnen nach dem Ansehen dieses "alternativenlosen" Clips enttäuscht waren, lässt sich schwer objektiv beurteilen.

Eine hohe Zahl an Klicks erklärt sich also zunächst lediglich daraus, dass sich SchülerInnen irgendeine Hilfe rein aus dem Cliptitel erhoffen. Ob der jeweilige Clip hilfreich war oder nicht, kann man nur noch aus eigenem Ermessen bzw. anhand der NutzerInnenkommentare (sofern verfügbar) beurteilen.

Die Bewertung von Clips durch Lehrende kann aus unserer Sicht nur im direkten Gespräch bzw. über Fragebögen ermessens werden.

### *Was heißt eigentlich "Lernen"?*

Gerade bei Filmmaterial besteht das Risiko, dass man sich das Material einfach "reinzieht", aber angesichts der ablaufenden "Show" in einer passiven Haltung verbleibt, das heißt, das Gezeigte nicht hinterfragt. Oder anders gesagt: Was bleibt mittelfristig beim Betrachter, nachdem er eine "Quarks & Co"-Sendung (eine sehr bekannte populärwissenschaftliche Science-Doku-Reihe eines deutschen TV-Senders) gesehen hat? (Es gibt übrigens einige dieser Sendungen mit Energierelevanz, die unter Youtube angesehen werden können.)

Woher kommt die passive Haltung der Zuseher? Wir sind von klein auf daran gewöhnt, das Medium Film üblicherweise mit "Unterhaltung" zu verbinden. Das gilt für TV, Kino und Internetfernsehen. Lehrfilme, noch dazu solche mit technischem Inhalt sind bislang noch eher die Ausnahme dessen, was



SchülerInnen an Filmmaterial sehen. An die Buchform hingegen ist jeder gewöhnt ("Ach so, Du meinst ein technisches Lehrbuch.")

### *Interdisziplinäre Forschungsfragen*

Eine interessante Forschungsfrage für künftige Projekte im Pädagogikbereich ist, ob die hier angeführten Schlussfolgerungen zur Gestaltung von didaktischen Kurzfilmen auch die offiziellen und inoffiziellen Unterrichtsziele in den HTLs optimal unterstützen.

Gemeint ist damit:

Ein abwechslungsreicher Clip – vor allem mit einem Wechsel an Interviewpartnern, um das Thema von mehreren Seiten zu beleuchten, Kameraschnitten (bei Aufnahmen mit zwei Kameras), Verwendung von Animationen, etc. – kann auf den ersten Blick sehr attraktiv wirken.

Die Frage ist aber letztlich bei scheinbar attraktiven Videos: Welche Inhalte davon bleiben beim Betrachter netto hängen? Was ist der mittelfristige Lernerfolg? Eine derartige Frage müsste in einem eigenen pädagogiklastigen Projekt behandelt werden, also in einem Projekt, das thematisch nicht energiezentriert ist, denn diese Frage betrifft alle Fachbereiche. Das Ergebnis könnte lauten, dass manche gut gemeinten Effekte das Gegenteil der ursprünglichen Absicht bewirken.

Die Relevanz von weiterem Forschungsbedarf wird auch durch wissenschaftliche Untersuchungen unterstützt:

Yousef et al. (2013) analysieren in ihrer Publikation „Video-Based Learning: A Critical Analysis of The Research Published in 2003-2013 and Future Visions“ die Wirkung von videobasiertem Lernen (VBL) anhand von 67 peer-reviewten wissenschaftlichen Aufsätzen und kommen zur Schlussfolgerung, dass videobasiertes Lernen eine effektive didaktische Methode sein kann, weisen aber auch auf etliche offene Fragen und weiteren Forschungsbedarf hin. Fey (2002) beschreibt in „Hilft Sehen beim Lernen? Vergleich zwischen einer audiovisuellen und auditiven virtuellen Vorlesung“ die Ergebnisse einer Untersuchung, in der eine Gruppe von Lernenden eine Lerneinheit bearbeitet, in der sie neben textbasierten Informationen eine Videosequenz (Aufnahme des Dozenten) präsentiert bekommt, während die zweite Gruppe die gleiche Lerneinheit bekommt, hier jedoch nur die Stimme des Dozenten hörbar ist. In einem direkt anschließenden Wissens- und späteren Behaltenstest zeigten sich keine signifikanten Leistungsunterschiede zwischen den beiden Gruppen. Jedoch berichtete die Mehrheit der Versuchspersonen, dass sie die Videovariante für affektiv unterstützender hält als die Tonvariante.

Eine plausible These ist, dass der Nutzen von zusätzlichem Film- oder Audiomaterial im Unterricht stark von der Qualifikation des Lehrers abhängig ist, der mit seinem Unterricht ja die Vergleichsalternative darstellt. Ein sehr guter Lehrer wird wahrscheinlich ohne Videos einen höheren Lernerfolg als ein schwacher Lehrer unter Einsatz von Videos erzielen.

### 3.1.3 Thema eines Filmclips

Das Thema des Films sollte möglichst klar umrissen und aus dem Filmtitel unmittelbar erkennbar sein. Je klarer, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Suchende auch das findet, was er sucht. Im Projekt wurden die Clipthemen durch zwei Einflüsse bestimmt:

1. Die kritischen Punkte des Gewerkerasters;
2. Inhalte der Experteninterviews, wie sie letztlich geführt wurden.

In einigen Fällen wurden damit Themen gewählt, die so zwar nicht explizit im Gewerkeraster vorkommen, zu denen aber attraktive Passagen in den geführten Interviews zu finden waren.

Es wäre nicht zielführend und auch praxisfern gewesen, Interviews ausschließlich in den engen Bahnen des Gewerkerasters zu führen. Der Raster gab lediglich die thematische Richtung vor. Am wohlsten fühlten sich die meisten Interviewpartner, wenn sie vor dem Interview ein kurzes Briefing ("roter Faden") mit Beispielfragen zugesandt erhielten. Diese Fragen waren zwar im Rahmen des Interviews zu beantworten, steckten gleichzeitig aber indikativ einen Bereich ab, in dem sich das Interview frei bewegen konnte. Die Überlegung bzw. gemachte Erfahrung hinter diesem lockeren Ansatz war: Nur bei Gewährung einer gewissen thematischen Freiheit gerät ein Interview angeregt lebendig und damit für einen Betrachter des Films potenziell interessant.

### 3.1.4 Länge eines Filmclips

Konform mit der Planung laut Projektantrag wurden eher kürzere Clips als sinnvoll erachtet, wobei unter "kurz" eine Länge von 5-10 Minuten verstanden wird (es gibt aber fallweise auch kürzere und längere Filme).

Die Vorteile kurzer Clips sind:

1. Zuseher merken sich relevante Stellen im Clip leichter und können sie so leichter wiederfinden ("das war irgendwo am Anfang").
2. Die Fokussierung auf das gewählte Thema ist leichter zu erreichen – sowohl für die Bearbeiter des Clips wie auch für den Lehrenden. Es steigt überdies die Wahrscheinlichkeit, dass man in dem Film findet, was man sich vom Cliptitel her erwartet.
3. Die Barriere für den Lehrer, den Clip im Unterricht einzusetzen, ist geringer. Ein kurzer Clip stiehlt weniger Zeit von der Unterrichtszeit und kann kurzfristig und spontan eingesetzt werden, beispielsweise in den letzten zehn Minuten vor der Pause.

Längere Filme im Bereich von 30 - 45 Minuten sind bei aufwändigen Filmprojekten sinnvoller, wie sie große Fernsehsender unter dem Titel "Doku" erstellen bzw. erstellen lassen. Hier muss aber auch filmtechnisch viel mehr und vor allem Aufwändigeres geboten werden, um das Interesse der Zusehenden über die gesamte Länge des Filmes aufrecht zu erhalten.

Dies gilt nicht nur spezifisch für das aktuelle Projekt – generell sind uns im Bereich von Techniks Schulungen und komplexen Inhalten keine längeren Schulungsfilme bekannt. Man kann sich berechtigterweise fragen, warum das so ist, gibt es im Bereich der Technikbücher doch auch "Wälzer".

Aus unserer Sicht hat dieser Unterschied zwischen Print- und Filmbereich bezüglich der maximalen Größe einzelner Lehrmedien mit zwei Umständen zu tun:

1. Herstellungsseitig: Der Herstellungsaufwand eines Films steigt mit der Länge schneller im Vergleich zu einem Buch (auch von der Art des Films abhängig). Ein Buch kann mit elektronischen Mitteln leichter editiert und reviewt werden.
2. Konsumentenseitig: In einem Buch, auch bzw. gerade einem elektronischen Buch, können relevante Stellen viel rascher gefunden werden. Man kann in einem Buch leichter gezielt blättern oder suchen als in einem Film (v. a. über die Volltextsuche in elektronischen Dokumenten), in dem es – derzeit zumindest – maximal DVD-Kapitelzeichen als Unterstützung bei der Suche relevanter Stellen gibt.

### 3.1.5 Visuelles Layout

#### *Weglassen von optisch Unnötigem*

Sehr gute Anregungen kann man sich diesbezüglich von der "Khan-Academy" holen, einer der größten freien Video-Lernplattformen der Welt, die seit 2006 aufgebaut wurde.

Der Akademie-Gründer, Salman Khan, meint dazu, dass ein Clip möglichst wenige optische Ablenkungen vom eigentlichen Inhalt haben sollte (Khan 2013). SprecherInnen bzw. InterviewpartnerInnen selbst zählen zu derartigen Ablenkungen. Man soll also Sprecher bei der Aufnahme eigentlich nicht sehen können. Auf den "Khan-Videos" sieht man nie den Sprecher, ein Büro etc. - sondern lediglich eine "elektronische Schultafel".

Die Überlegung dahinter ist: Lässt man das nicht wirklich Notwendige nicht weg, könnte der Zuseher während der Betrachtung des Clips über Folgendes nachdenken: "Was hat der Interviewpartner für eine seltsame Brille auf? Wieso steht/sitzt er/sie so komisch etc.? Den kenne ich doch" etc. Das sind alles Gedanken, die vom eigentlichen zu vermittelnden Lerninhalt ablenken und die bei einem Schulbuch im Vergleich zum Video automatisch wegfallen.

Man sieht sich de facto häufig ein Video lediglich einmal an. Als Clipersteller hat man also eine einzige Chance, dem Zuseher etwas zu vermitteln bzw. sein Interesse zu erwecken.

Das Weglassen des Interviewpartners wurde allerdings in den meisten Fällen im Projekt nicht umgesetzt, weil die Interviews von vornherein nicht so konzipiert waren. Das bedeutet: Wir hätten von vornherein Interviewpartner auf das geplante Endziel hinweisen müssen, dass Clipbetrachter nur ein virtuelles Flipchart und eingeblendete Bilder sehen werden. Dann wären die Interviews sicher eher im Stil "Folienpräsentation" verlaufen. Einige Filme sind allerdings tatsächlich als bearbeitete Mitschnitte von Folienpräsentationen umgesetzt worden (zumindest teilweise).

Trotz des Nachteils, dass eingeblendete InterviewpartnerInnen von den Inhalten ablenken können, gibt es auch Vorteile, wenn der Interviewpartner zu sehen ist: Der Film bekommt dadurch eine größere „Lebendigkeit“, man kann beispielsweise aus der Mimik und Gestik entnehmen, was der Interviewpartner besonders betont. Auch hat man eine Chance, ExpertInnen zu sehen, mit denen man vielleicht im späteren Berufsleben noch zu tun haben wird.

### 3.1.6 Wahl der Interviewpartner

Idealerweise erfüllt ein Interviewpartner mehrere Kriterien.

Er/sie ist:

1. höchst fachkompetent;
2. kommunikationsmotiviert;
3. spricht laut und deutlich;
4. ist sich seiner/ihrer Sache sicher;
5. steht unter keinen äußeren Zwängen.

Fachkompetenz alleine reicht also nicht. Die Person muss für "ihre Sache brennen" und von sich aus aktiv eine Botschaft weitergeben wollen. Im Prinzip sind es dieselben Kriterien, an denen auch Lehrende gemessen werden. Die inhaltlich erhellendste Nachricht kann letztlich öde, oder eine dramatische harmlos wirken und damit keine ausreichende Aufmerksamkeit bekommen, wenn sie monoton oder harmlos überbracht wird (vgl. Wetterkatastrophen und täglicher, unterhaltsam-lockerer TV-Wetterbericht).

Wichtig sind überdies Interviewpartner, die ausreichend umfassende und keine Kurzantworten geben, denen man also die Inhalte nicht "aus der Nase ziehen" muss. Am besten sind Personen, die man schon in anderen Situationen kennengelernt hat, beispielsweise als Vortragende bei Fachveranstaltungen, und bei denen man den Erfüllungsgrad obiger Kriterien bereits abschätzen kann.

### 3.1.7 Vermeidung akustischer Ablenkungen

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Mode etabliert, bei Kurznachrichtensendungen, sowohl bei TV-Sendungen wie auch Radiosendungen, die Informationen mit Musik zu "untermalen". In vielen Fällen handelt es sich dabei um schnelle Rhythmen (vgl. das Intro und Outro, das für die im Konsortium erstellten Clips verwendet wurde).

Vermutete Absichten hinter der Musikuntermalung von Kurznachrichtensendungen sind folgende:

1. Man möchte suggerieren, die Informationen seien nicht existentiell "ernst", insbesondere nimmt die Musik einer möglicherweise empfundenen Bedrohlichkeit, insbesondere bei Katastrophenmeldungen, die Spitze. Die Untermalung dient also als eine Art "Weichzeichner".
2. Andererseits ist die eingesetzte Musik keine langsame, Harmonie vermittelnde oder eine besonders melodiose. Mit dem schnellen Rhythmus und der Melodiearmut bzw. -freiheit der Untermalung wird vermittelt, man befinde sich in einem technisch geprägten Umfeld (ratternde Maschinen), also in einem Bereich, in dem präzise Abläufe dominieren. Das bedeutet implizit: Was da "rüberrattert" ist präzise, korrekt recherchiert und trifft den Punkt. Unbewusst wird eventuell die Vorstellung einer Presseagentur aus vordigitaler Zeit geweckt, in der Pressemeldungen aus dem "Ticker" ratterten.

3. Eine bestimmte Musik zur Untermalung soll einerseits Aufmerksamkeit auf die Nachrichten lenken (im Sinne einer „Konditionierung“), wenn eine bestimmte Musik kommt, weiß der Medienkonsument, jetzt kommen die Nachrichten und ist – zumindest in der Vorstellung der Sendungsmacher – aufmerksamer. Andererseits getrauen sich die Sendungsmacher (insbesondere bei den meisten Radiosendern, wo ja ein konstanter Musikteppich dominiert) offensichtlich nicht, diesen Musikteppich für längere Zeit zu unterbrechen, da befürchtet wird, das könnte der Medienkonsument als zu langweilig empfinden und dann zu einem anderen Sender wechseln.

Das Resultat der Musikuntermalung bei den Medienkonsumenten ist jedenfalls, dass er die Sendung mit dem Gefühl verlässt, in der kürzest möglichen Zeit umfassend informiert worden zu sein ("up-to-date") und er dabei kein seelisches "Magengrimmen" oder Bedrücktsein empfindet. Er fühlt keine Notwendigkeit, über das eben Gehörte weiter nachzudenken – kurz: Die Sendung belastet nicht. Sie kann also leicht "konsumiert" werden und ist damit ideal zum nebenbei Anhören, z. B. beim Autofahren. Ziel der Macher von Kurznachrichten, vor allem im nichtöffentlichen bzw. privaten Bereich, muss es sein, dass sich eine große Zahl von Personen die entsprechende (wiederkehrende) Kurznachrichtensendung anhört. Man muss die Sendung also mit Freude, oder – vorsichtiger formuliert – mit Wohlgefühl, anhören. Ziel ist hier offensichtlich nicht, fundiert und langanhaltend Informationen zu vermitteln.

Diese Entwicklung scheint übrigens mit der Entwicklung von Kurznachrichten in Gratis-Printmedien ("U-Bahn-Zeitung") zu korrelieren: Man findet dort extrem verkürzte Nachrichten zu komplexen Themen, oft durch Wortspiele verharmlost.

Anders sieht dies im Bereich der "Wissenssendungen" aus: Sendungen des "Kultursenders" Ö1 sind im inhaltlichen Teil de facto nie mit Musik hinterlegt, zumindest nicht mit Musik, die in keinem direkten Zusammenhang mit dem Vermittelten steht (z. B. afrikanische Trommelmusik bei Text zu afrikanischer Kultur). Hier wird Augenmerk darauf gelegt, dass die Inhalte nicht unter Umständen durch die Begleitmusik übertüncht werden.

In den im Konsortium erstellten Clips wurde praktisch überall auf Musikuntermalung verzichtet. Lediglich an folgenden Stellen wurde Musikuntermalung eingesetzt:

1. "Intro" und "Outro", also Vor- und Nachspann, der bei allen Clips gleich ist (bis auf den Filmtitel) und vor allem die Logos, die Projektfinanzierung und die Information zu den Autoren umfasst.
2. Bei zusammenfassenden Texteinblendungen am Ende einiger Clips, um hier nicht zu viele "stille Texteinblendungen" zu haben und damit zu riskieren, dass im Klassenraum der Konzentrationspegel sinkt.

In vielen Einreichungen des SchülerInnen-Wettbewerbs wurde hingegen massiv Musikuntermalung eingesetzt. Der unsensible Einsatz von Hintergrundmusik gilt aber auch für viele von Herstellern produzierte Filme.

### 3.1.8 Texteinblendungen

Texteinblendungen sind ein gutes Mittel, Filmszenen zu ergänzen. Z. B. sollten an Interviewstellen, an denen während der nachträglichen Bearbeitung erkannt wird, dass im Interview zu Vieles als bekannt vorausgesetzt wird, entsprechende Erläuterungen in den Clip eingefügt werden. Andernfalls steigt das Risiko, ZuseherInnen an jenen Stellen zu "verlieren" bzw. dass sie den Faden verlieren.

In Clip it! Filmen wurden drei Arten von Texteinblendungen angewendet:

1. Einblendungen, die über das aktuell Gezeigte als "Overlay" gelegt werden (siehe Abb. 2). Der Film wird dabei nicht unterbrochen. Klassisches Beispiel: Der Interviewpartner verwendet einen Begriff, der ZuseherInnen unklar oder neu sein könnte oder der akustisch nur schwer zu verstehen war. Oder die Texteinblendung verfolgt das Ziel, das Gesagte zu verstärken bzw. zu festigen.
2. Einblendungen, bei denen das eigentlich Gezeigte pausiert und der Text als separate "Textfolie" in den Clip eingefügt wird (vgl. erläuternde Einblendungen bei alten Stummfilmen, siehe Abb. 3). In fast allen dieser Fälle wurde im aktuellen Projekt gleichzeitig auch der Ton ausgesetzt. Das erzeugt also auch einen akustischen Wechsel (plötzliche Stille) und kann daher potenziell für erhöhte Aufmerksamkeit sorgen. Für diese Art von Einblendungen gelten im Grunde all jene Regeln, die auch für Text auf Folien bezüglich guter Folienpräsentationen gilt. Der Vorteil dieser Einblendungen liegt darin, dass ein wenig Tempo aus dem Film genommen werden kann, insbesondere bei schnellsprechenden Interviewpartnern. Der Zusehende hat Zeit neben dem eingeblendeten Text auch über das eben gerade Gesagte kritisch nachzudenken.
3. Am Ende einiger Clips wurde eine Serie von Texteinblendungen eingefügt, die das Wesentliche des Clips in kurzen Punkten zusammenfassen. Diese Texteinblendungen sind die einzigen Passagen, die mit Hintergrundmusik unterlegt sind.



Abbildung 2: Beispiel für eine Texteinblendung („Empfehlung: Nahtpaste“), bei der der Film nicht unterbrochen wird.

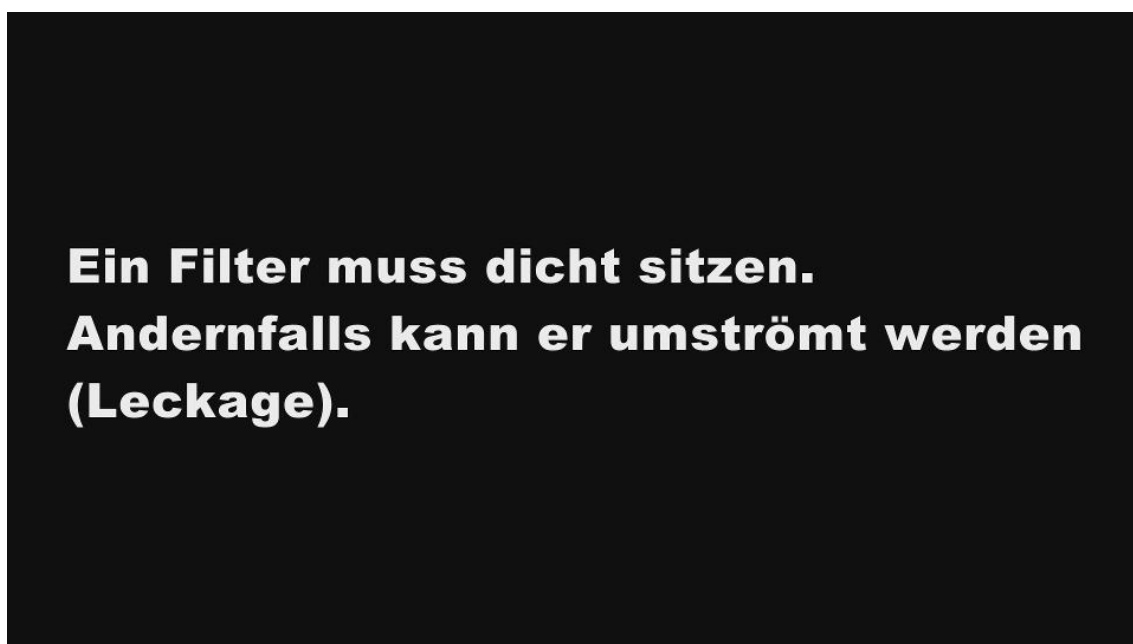


Abbildung 3: Texteinblendung, bei der der eigentliche Film angehalten wird.



### 3.2 Der SchülerInnen-Wettbewerb

Durch den Filmwettbewerb sollte erreicht werden, dass SchülerInnen aus HTLs basierend auf den im Projekt erstellten Unterlagen (insb. Gewerkeraster „Kritische Punkte“ und weitere Anleitungen) selbst Filme produzieren und diese einreichen. Es war ursprünglich vorgesehen, dass ein Großteil der im Projekt erstellten Materialien aus diesem Wettbewerb generiert wird.

Vor Start des Wettbewerbs wurden Anleitungen für die Produktion von Filmen und Podcasts erstellt sowie ein Motivationsplakat für den Wettbewerb (gedacht zum Aufhängen in Schulen) entworfen (zu finden unter [www.clipit.at](http://www.clipit.at) -> „Downloads“).

Um den Wettbewerb zu bewerben und eine möglichst hohe Beteiligung durch SchülerInnen zu erreichen, wurden im Zeitraum März 2012 bis Februar 2013 Präsentationen an Schulen durchgeführt, um das Projekt und den Wettbewerb vorzustellen. Insgesamt wurden an 21 Terminen 18 Schulen besucht. Die besuchten Schulen verteilen sich über das gesamte Bundesgebiet (es fand in jedem Bundesland mindestens ein Schulbesuch statt): HTL Mödling, TGM Wien, HTL Hollabrunn, HTL Krems, HTL Wiener Neustadt, HTL Ottakring, HTL Salzburg, HTL Pinkafeld, HTBLVA Graz, HTL Mistelbach/Zistersdorf, HTL Camillo-Sitte (Wien), HTL Villach, HTL Ettenreichgasse (Wien), HTL Saalfelden, HTL Imst, HTL Rankweil, HTL Vöcklabruck, HTL Zeltweg.



Abbildung 4: Gruppenbild nach einer Präsentation von Thomas Lewis an der HTL Wien 10 Ettenreichgasse. Von einigen SchülerInnen werden Clip it! Motivationsplakate gehalten.

An drei HTLs wurden zusätzlich zur Vorstellung des Projekts und des Wettbewerbs auch Fachvorträge durch Projektpartner/Subvertragsnehmer gehalten (auch um die Motivation zur Teilnahme am Wettbewerb zu erhöhen):

- 14.3.2012: HTL Hollabrunn, Wolfgang Leitzinger (leit-wolf Luftkomfort): Thema Lüftungstechnik
- 11.5.2012: HTL Itzling/Salzburg, Wolfgang Leitzinger (leit-wolf Luftkomfort): Thema Lüftungstechnik
- 20.2.2013: HTL Saalfelden, Emanuel Panic (IQ Panic GmbH): Thema Thermographie



*Abbildung 5: Emanuel Panic demonstriert während des Fachvortrags am 20.2.2013 in Saalfelden eine Thermographiekamera.*

Der Wettbewerb wurde in zwei Phasen durchgeführt. In der ersten Phase dauerte der Einreichzeitraum bis Ende September 2012. Im Herbst 2012 wurde entschieden, den Wettbewerb weiterzuführen; die Einreichfrist für die zweite Phase war der 20.5.2013. Insgesamt wurden (erste und zweite Phase zusammengefasst) im Rahmen des Wettbewerbs 11 Filme eingereicht, welche im Juni 2013 bewertet und prämiert wurden. Diese Einreichungen stammten von zwei HTLs (vier von der HTL Pinkafeld, sieben von der HTL Vöcklabruck). In diesen HTLs waren engagierte Lehrer, die die Teilnahme der SchülerInnen unterstützten, eine wesentliche Triebfeder.

Die betreuenden Lehrer wurden in einem Brief über die Wettbewerbsergebnisse informiert. In diesem Brief wurden auch Details zur Bewertung der Filme angeführt, wobei zu jedem Film positive und verbesserungswürdige Punkte dargestellt wurden. Ein relativ häufiger Kritikpunkt war, dass zu wenig Energiebezug bzw. zu wenig Bezug zu den Punkten im Gewerkeraster hergestellt wurde (siehe auch unten die Kommentare zu den einzelnen Filmen).

Im folgenden werden die eingereichten Filme kurz beschrieben und kommentiert.

Alle Filme sind auf der Projekt-Homepage [www.clipit.at](http://www.clipit.at) (unter „Die Filmclips“ -> „Von SchülerInnen im Rahmen des Wettbewerbs“) verlinkt.

### 3.2.1 Einreichungen der HTL Pinkafeld

#### ***Herstellung eines Segmentbogens für die Dämmtechnik***

HTBL Pinkafeld, Team aus der Klasse 3AHGT Abteilung Gebäudetechnik

Erster Platz; Preisgeld: 800 Euro

Es wird gezeigt, wie ein Segmentbogen (für die Dämmung von Rohrleitungen) von SchülerInnen hergestellt wird. Dabei werden alle Arbeitsschritte dargestellt, vom Entwurf bis zum fertigen Element.

#### ***Kommentar:***

Der Film zeigt sehr viel Praktisches, Konkretes (Entwerfen, Anzeichnen und Schneiden des Blechs), mit der Kamera wurde gut aufgenommen, der Ton ist gut verständlich. Der Energiebezug besteht in der Funktion des angefertigten Werkstücks (Reduktion der Wärmeverluste über die Rohrleitungen bei Heizungen oder Lüftungsanlagen).



Abbildung 6: Ausschnitt aus dem Film „Herstellung eines Segmentbogens für die Dämmtechnik“

### **Fensterbankeinbau**

HTBL-Pinkafeld, Team aus der Klasse 4AFBTW

Zweiter Platz: Preisgeld: 600 Euro

Der Einbau einer Fensterbank im Innenbereich wird mit Hilfe einer kommentierten Schwarz-Weißprojektion erklärt.

*Kommentar:*

Positiv:

- Die grundsätzliche Herangehensweise und die Idee, eine Projektion "Weiß auf Schwarz" mitzufilmen, ist sehr gut. Man sieht etwas Konkretes.

Verbesserungswürdig:

- Es bestand kein Energiebezug bzw. wurde dieser nicht dargestellt.
- Didaktisch zu wenig schlüssig aufbereitet.

### **Fenstereinbau**

HTBL-Pinkafeld Klasse 3AFBTW

Dritter Platz: Preisgeld: 300 Euro

Qualitätskritische Punkte beim Einbau von Fenstern werden beschrieben. Der Film besteht aus einer kommentierten Folge von Standbildern.

*Kommentar:*

Positiv:

- Es gibt einen guten Bezug zum Gewerkeraster „Kritische Punkte“.
- Das Team hat sich offensichtlich sehr bemüht, es wurde sehr viel Information gebracht (siehe aber auch Punkt "Verbesserungswürdig").

Verbesserungswürdig:

- Akustik: Man hat während des größten Teils des Films Schwierigkeiten, zu verstehen, was gesprochen wird.
- Es wurde sehr viel Information rasch hintereinander gebracht. Viel Information ist im Grunde gut, kann aber auch überfordern. Gegebenenfalls sollten daher mehr bzw. längere Pausen zwischen den einzelnen Blöcken gemacht werden (eventuell auch mit Hilfe von zusammenfassenden Texteinblendungen).

### **Balkonplatten – Isokörbe**

HTBL-Pinkafeld, Klasse 4AFBTW

Anerkennungspreis: 100 Euro

Es wird erläutert, was ein Isokorb ist und wie dieser dazu beiträgt, die Wärmebrücke durch einen auskragenden Balkon zu reduzieren. Der Film besteht aus einer kommentierten Folge von Standbildern.

*Kommentar:*

Positiv:

- Es besteht eine gute Bezugnahme auf den Gewerkeraster.

- Inhaltlich interessant aufbereitet.

Verbesserungswürdig

- Akustik: Man hat während des größten Teils des Films Schwierigkeiten, zu verstehen, was gesprochen wird (der gesprochene Ton ist nicht gut genug aufgenommen, die Hintergrundmusik außerdem zu laut).

### 3.2.2 Einreichungen der HTL Vöcklabruck

Von der HTL Vöcklabruck (Schwerpunkt Gebäudetechnik) kamen sieben Einreichungen, welche von SchülerInnen aus vierten Klassen stammten. Diese Einreichungen wurden je mit einem Anerkennungspreis von 100 Euro bedacht.

#### *Genereller Kommentar zu den eingereichten Filmen der HTL Vöcklabruck*

Es wurde Kontakt mit der Firma GIG Fassaden GmbH aufgenommen, alle Interviews wurden am Firmengelände mit Mitarbeitern dieser Firma gemacht.

In filmischer Hinsicht waren alle Einreichungen sehr ambitioniert gemacht, diesbezüglich gibt es wenig zu kritisieren (abgesehen vom Einsatz von Hintergrundmusik, siehe unten).

Verbesserungswürdige Punkte:

- Es gibt in allen Filmen keinen Bezug zu qualitätskritischen Punkten, wie sie im Gewerkeraster „Kritische Punkte“ beschrieben sind und bei den Schulpräsentationen auch vorgestellt wurden. Der Bezug zum Gewerkeraster war zwar nicht verpflichtend, aber auch davon abgesehen besteht bei den meisten Filmen gar kein oder zu wenig Bezug zum Thema Energie, der aus planerischer Sicht (HTL-Sicht) interessant wäre.
- Es waren eher "brave" Fragen, die im Interview gestellt werden. Die Fragen gehen zu wenig in die Tiefe und sind zu wenig planerisch relevant.
- Manche Filme sind in ihrer Anmutung bisweilen nahe an einem Werbespot für die Firma GIG Fassaden GmbH (insbesondere der Clip zur Nachhaltigkeit). Es wäre gut gewesen, wenn die SchülerInnen, ggf. am Schluss des Films, ihre eigene kritische Sicht in einem separaten Statement geäußert hätten.
- Die Hintergrundmusik während der Interviews wirkt störend. Es gibt allerdings zwei Filme (Titel: Elementfassaden, Sonnenschutzglas), in denen während der Interviews die musikalische Untermalung weggelassen wurde.

Zu den Filmen im einzelnen:

#### **Sonnenschutzglas**

Es wird der Unterschied zwischen Wärmeschutzglas und Sonnenschutzglas erklärt, anschließend werden verschiedene Aspekte zu Sonnenschutzgläsern erörtert (wie Einsatzbereiche). Daneben werden



auch allgemeine Fragen gestellt (Definition U-Wert, g-Wert). Interview mit einem Mitarbeiter der Firma GIG Fassaden GmbH.

*Kommentar:*

Relativ gesehen war dieser Film der beste unter den Einsendungen der HTL, da explizit Energieaspekte behandelt wurden und keine ablenkende Musik hinterlegt wurde.

In Bezug auf planerische Aspekte wäre etwas mehr Tiefgang sinnvoll gewesen.

Ein filmtechnischer Schnittfehler ist passiert (auf eine gestellte Frage wird nicht die passende Antwort gegeben bzw. eingeblendet).

### **Horizontale Verschattungssysteme**

Es wird erläutert, was ein horizontales Verschattungssystem ist und wie es grundsätzlich funktioniert; es wird auch ansatzweise ein Energiebezug hergestellt (Wie kann man mit einem horizontalen Verschattungssystem Energie sparen?). Interview mit einem Mitarbeiter der Firma GIG Fassaden GmbH, in Pausen werden die Interviewfragen eingeblendet und auch Beispiele von Gebäuden mit derartigen Verschattungssystemen gezeigt.

*Kommentar:*

Vieles ist filmisch gut umgesetzt, wie z.B., dass man zu Beginn als Einstieg verschiedene Gebäude mit Verschattungssystemen sieht.

Es gibt zwar etwas mehr Energiebezug als bei anderen Einreichungen der HTL Vöcklabruck (Ausnahme Filme zu Sonnenschutzglas und zu vertikalem Sonnenschutz), aber es wird dann im Hinblick auf planerische Relevanz zu wenig in die Tiefe gegangen. Mögliche Fragen in diesem Zusammenhang wären zum Beispiel:

- Wie wird die Verschattung gesteuert?
- Welchen Einfluss hat die Verschattung auf die Raumtemperatur bzw. den Energiebedarf?
- Ist das nicht eher eine sehr teure Variante?

Weitere Bilder, vor allem Detailbilder, wären interessant gewesen.

### **Vertikaler Sonnenschutz**

Neben den generellen Gründen für den Einsatz eines Sonnenschutzes als Einstieg werden verschiedene Aspekte eines vertikalen beweglichen Sonnenschutzes behandelt (wie Funktionsweise, Materialwahl, Anforderungen). Interview mit einem Mitarbeiter der Firma GIG Fassaden GmbH, dazwischen Filmsequenzen von Beispielen eines vertikalen Sonnenschutzes (Faltladen).

*Kommentar:*

Gut waren die hier besser als bei den horizontalen Verschattungselementen sichtbaren Detailaufnahmen (wenn auch teilweise bei etwas verwackelter Kameraführung); man konnte sich daher mehr zum Produkt vorstellen. Wie generell bei allen von dieser HTL eingereichten Filmen, wären mehr Fragen mit Planungsbezug sinnvoll gewesen.

### **Elementfassaden**

Es werden einige grundsätzliche Eigenschaften von Elementfassaden (auch im Vergleich zu anderen Fassadentypen wie Pfosten-Riegel-Fassaden) vorgestellt. Interview mit einem Mitarbeiter der Firma GIG Fassaden GmbH, während dessen man im Hintergrund eine derartige Fassade sieht. Zwischeneinblendungen von Gebäuden und Schnittzeichnungen.

#### *Kommentar:*

Engagiert und relativ aufwändig gemacht.

Einige interessante Punkte werden herausgearbeitet, wie dass die Lebensdauer einzelner Teile (wie Stellmotoren) einer derartigen Fassade nur 5-12 Jahre beträgt oder dass Elemente aus einer Vielfalt an unterschiedlichen Materialien gefertigt werden können und auch PV-Module integriert werden können.

Es fehlt allerdings der Energiebezug.

### **Fassadenprüfstände**

Es wird kurz erläutert, warum und wie (Element-)Fassaden geprüft werden. Man sieht auch kurz den Prüfstand bzw. das Prüflabor. Interview mit einem Mitarbeiter der Firma GIG Fassaden GmbH.

#### *Kommentar:*

Es wurden zwar Themen, die einen Energiebezug haben (wie die Luftdichtheit von Fassaden) kurz angeschnitten, es wurde aber dann nicht in die Tiefe gegangen bzw. genauer nachgefragt.

### **Pfosten-Riegel Konstruktion**

Es werden verschiedene Eigenschaften von Pfosten-Riegel-Fassaden besprochen (Einsatzgebiete, Vor- und Nachteile, Witterungsschutz, etc.). Interview mit einem Mitarbeiter der Firma GIG Fassaden GmbH. Interviewort ist die Produktionshalle der Firma, im Hintergrund sieht man also Komponenten der Pfosten-Riegel Fassaden.

#### *Kommentar:*

Als Einstieg in die Thematik der Pfosten-Riegel Fassaden geeignet, es wurde aber kein expliziter Energiebezug hergestellt.

### **Nachhaltigkeit**

Es wird kurz die Frage behandelt, was Nachhaltigkeit eigentlich ist, und wie die Firma GIG Fassaden GmbH Aspekte der Nachhaltigkeit (in der Produktion und ihren Produkten) konkret umsetzt. Interview mit einem Mitarbeiter der Firma GIG Fassaden GmbH.

#### *Kommentar:*

Dieser Film wirkt unter allen Einreichungen am meisten wie ein Werbefilm für die Firma GIG Fassaden GmbH. Eher kritische Fragen bzw. mehr in die Tiefe gehende Fragen werden nicht gestellt. Das beginnt bei der Definition von Nachhaltigkeit (die Definition, die der Interviewpartner gibt, wird nicht hinterfragt, bzw. nicht mit anderen Definitionen in Beziehung gesetzt), und setzt sich fort bei konkreten Umsetzungsmaßnahmen der Firma GIG Fassaden GmbH.

In die Tiefe gehende Fragen wären z.B. gewesen:



- Was bedeutet eine Zertifizierung nach „Achilles“? (Der Betrieb ist nach Achilles zertifiziert.)
- Was bedeutet "umweltbewusst erneuern"?
- Materialwahl bei der Elementfassade: Einige Materialien haben eine bessere Ökobilanz als andere (siehe Film zur Elementfassade, in dem Materialien angeführt werden). Wird hier dem Kunden etwas empfohlen?

### 3.2.3 Fazit aus dem Wettbewerb

Bereits nach der ersten Phase des Wettbewerbs (Herbst 2012) zeichnete sich ab, dass aus dem Wettbewerb nicht Material in ausreichender Menge und Qualität hervorgehen würde, das als Endprodukt im Sinne des Projekts Clip it! verwendbar sein würde, weshalb ab Herbst/Winter 2012 im Projekt ein Schwerpunkt auf die Produktion von Filmmaterial aus dem Konsortium heraus gelegt wurde.

Hinsichtlich wesentlicher Erfahrungen aus dem Wettbewerb kann festgehalten werden, dass:

- eine offensive Unterstützung des Wettbewerbs von zumindest einem Lehrer in einer Schule sehr wichtig ist, damit es tatsächlich zu Einreichungen von SchülerInnen kommt;
- es einzelne Schulen gab, die dem Projekt und dem Wettbewerb sehr offen und interessiert gegenüberstanden;
- es günstig ist, wenn zumindest ein Teil der Arbeit am Wettbewerb während der Unterrichtszeit erfolgen kann (in diesem Zusammenhang wurde in einigen Schulen auch die Möglichkeit thematisiert, Filme im Zuge von Diplomarbeiten zu erstellen);
- es schwierig ist, anfänglich geäußertes Interesse von SchülerInnen wachzuhalten, damit es dann auch tatsächlich zu Einreichungen kommt.

### 3.3 Die Fortbildungsveranstaltungen für Lehrende („Aktivitätsmodule“)

Ein wesentliches Element der Verbreitung der Projektergebnisse war die Durchführung von drei Fortbildungsveranstaltungen für Lehrende (im Projektantrag als „Aktivitätsmodule“ bezeichnet). Diese Veranstaltungen wurden im Zeitraum Dezember 2013 bis Jänner 2014 an folgenden Pädagogischen Hochschulen durchgeführt:

- 16.12.2013: Pädagogische Hochschule Steiermark, Graz
- 16.1.2014: Pädagogische Hochschule Tirol, Innsbruck
- 21.1.2014: Pädagogische Hochschule Wien.

Alle drei Veranstaltungen wurden in das Bundesprogramm der Pädagogischen Hochschulen aufgenommen, wodurch sie grundsätzlich für alle Lehrenden aus dem gesamten Bundesgebiet Österreichs zugänglich waren und diesen auch (über das online zugängliche Programm) bekannt gemacht wurden.

Insgesamt nahmen 18 Lehrende an diesen Veranstaltungen teil (5 in Graz, 5 in Innsbruck, 8 in Wien). Die Lehrenden kamen überwiegend aus den Fachrichtungen Bautechnik, Haus-/Gebäudetechnik und Elektrotechnik.

Das Programm dieser Veranstaltungen folgte einem einheitlichen Schema: Es wurden zu je vier thematischen Schwerpunkten (Gebäudehülle, Lüftungstechnik, Solarthermie, Biomasseheizungen) zwei bis drei Clip it! Filme (mit ergänzenden Erläuterungen) gezeigt. Die anwesenden LehrerInnen hatten dann die Möglichkeit, einerseits strukturiert unter Verwendung eines Feedback-Fragebogens Rückmeldungen zur Qualität und Einsetzbarkeit der gezeigten Filme zu geben, andererseits auch direkt während der jeweiligen Vorträge durch mündliches Feedback. Die Präsentation der thematischen Schwerpunkte erfolgte – wenn möglich – durch die jeweiligen Fachpartner im Clip it! Konsortium, welche auch die jeweiligen Schwerpunkte im Gewerkeraster behandelt hatten.

Während zweier Veranstaltungen (in Graz und Wien) wurde überdies eine Luftdichtheitsmessung im Schulungsraum demonstriert, auch mit dem Hintergrund, eine derartige Messung als Unterrichtsmittel schmackhaft zu machen bzw. um zu erheben, wie sehr eine Bereitschaft unter den TeilnehmerInnen bestünde, ein derartiges Unterrichtsmittel einzusetzen.

Weiters widmete sich ein Vortrag den Erfahrungen, die im Clip it! Konsortium bei der Erstellung der Filme gemacht wurden, unter anderem mit der Absicht, die anwesenden LehrerInnen zu motivieren, selbst Filme zu erstellen bzw. SchülerInnen dabei zu unterstützen, Filme zu erstellen (bezüglich der Erstellung von eigenen Filmen äußerten auch einige der TeilnehmerInnen Interesse, einige hatten schon diesbezüglich Erfahrungen gemacht).

Nach den Veranstaltungen wurden die wesentlichen Rückmeldungen („Lessons Learned“) aus den Veranstaltungen zusammengefasst und auf der Clip it! Homepage veröffentlicht. Einige der Anregungen, die auf diesen Veranstaltungen gegeben wurden, konnten im weiteren Projektverlauf noch berücksichtigt werden (z.B. Verfügbarmachen von Filmmaterial zu Luftdichtheit bei Elektroinstallationen und zu Photovoltaik).



Abbildung 7: Fortbildungsveranstaltung an der Pädagogischen Hochschule Wien (21.1.2014). Angelika Zagler von der Pädagogischen Hochschule Wien begrüßt die TeilnehmerInnen.

Im folgenden werden die Ergebnisse der Befragung dargestellt als auch die während der Veranstaltung gegebenen Rückmeldungen der Lehrenden zusammengefasst.

### 3.3.1 Auswertung der Fragebögen

15 Fragebögen flossen in die Auswertung ein. Die Fragebögen von drei TeilnehmerInnen wurden nicht berücksichtigt, da jene entweder gar nicht oder nur sehr rudimentär ausgefüllt wurden.

#### *Audiovisuelle und didaktische Qualität der Filme*

Die audiovisuelle und didaktische Qualität der gezeigten Filme, eingeteilt in die vier Themenfelder Gebäudehülle, Lüftungstechnik, Biomasse-Heizungen und Solarthermie, wurde auf einer Skala von 1 bis 5 abgefragt, vergleichbar einer Bewertung mit Schulnoten (1 ... sehr gut; 2 ... gut; 3 ... mittelmäßig; 4 ... gerade noch akzeptabel; 5 ... unbrauchbar/ungenügend). Die folgende Tabelle zeigt die durchschnittliche Bewertung.

Tabelle 1: Bewertung der audiovisuellen und didaktischen Qualität der gezeigten Filme (nach Themenfeldern)

|                        | Gebäudehülle | Lüftungstechnik | Biomasse-Heizungen | Solarthermie |
|------------------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|
| Audiovisuelle Qualität | 1,6          | 2,14            | 1,71               | 2            |
| Didaktische Qualität   | 1,67         | 2,43            | 1,64               | 1,93         |

Wie Tabelle 1 zeigt, liegen die durchschnittlichen Bewertungen für alle Themenfelder (außer bei Lüftungstechnik) zwischen 1 und 2 (also etwas besser als „gut“). Insbesondere im Fall der Filme im Bereich Lüftungstechnik wurden die Anregungen, die im Fragebogen und auch mündlich während der Veranstaltungen gegeben wurden, berücksichtigt und versucht, die Filme zu verbessern.

### *Einsetzbarkeit der Filme im Unterricht und zur Unterrichtsvor- oder nachbereitung*

Es wurde die Einsetzbarkeit der Filme sowohl im Unterricht als auch außerhalb des Unterrichts (zur Unterrichtsvor- oder nachbereitung von SchülerInnen) auf einer Skala von 1 bis 4 abgefragt (1 ... ja / einsetzbar, 2 ... eher ja, 3 .. eher nein, 4 ... nein / nicht einsetzbar).

Die folgende Tabelle zeigt die durchschnittliche Bewertung der Einsetzbarkeit der Filme, wobei hier zwei Fälle unterschieden sind: es werden alle ausgewerteten Fragebögen berücksichtigt (die ersten beiden Zeilen der Tabelle); es werden nur jene Fragebögen ausgewertet, bei denen die Unterrichtsfächer der Befragten zu den jeweiligen Themenschwerpunkten passen (die beiden unteren Zeilen der Tabelle). Denn das Ankreuzen von „nein“ oder „eher nein“ wurde zumeist damit begründet, dass der Film nicht in die jeweiligen Unterrichtsfächer des Befragten passe.

*Tabelle 2: Bewertung der Einsetzbarkeit der Filme im Unterricht sowie zur Unterrichtsvor- oder nachbereitung (nach Themenfeldern). Die ersten beiden Zeilen beziehen sich auf den Durchschnitt aller ausgewerteten Fragebögen; im Fall der letzten beiden Zeilen werden nur jene Fragebögen ausgewertet, bei denen die Unterrichtsfächer der Befragten zu den jeweiligen Themenschwerpunkten passen.*

|                                                                              | <i>Gebäudehülle</i> | <i>Lüftungstechnik</i> | <i>Biomasse-Heizungen</i> | <i>Solarthermie</i> |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------|---------------------------|---------------------|
| <i>Einsetzbarkeit im Unterricht (alle)</i>                                   | 2,21                | 2,21                   | 1,71                      | 2,29                |
| <i>Einsetzbarkeit außerhalb des Unterrichts (alle)</i>                       | 1,93                | 1,93                   | 1,67                      | 1,93                |
| <i>Einsetzbarkeit im Unterricht (passende Unterrichtsfächer)</i>             | 1,29                | 2,09                   | 1,62                      | 1,67                |
| <i>Einsetzbarkeit außerhalb des Unterrichts (passende Unterrichtsfächer)</i> | 1,43                | 1,73                   | 1,64                      | 1,67                |

Falls alle Fragebögen einbezogen werden, liegt die durchschnittliche Bewertung der Einsetzbarkeit im Unterricht zwischen 1,71 (Biomasse-Heizungen) und 2,29 (Solarthermie) – werden nur die fachspezifisch passenden Bewertungen einbezogen, liegt die durchschnittliche Bewertung zwischen 1,29 (Gebäudehülle) und 2,09 (Lüftungstechnik). Die Einsetzbarkeit wird also durchaus gut bewertet: Ein Wert von 1,29 bedeutet, dass die Mehrheit der Befragten hier „ja“ angegeben hat, ein Wert von 2,09 bedeutet, dass die Antwort im Schnitt bei „eher ja“ liegt. Es besteht auch eine gewisse Korrelation zwischen der audiovisuellen und didaktischen Bewertung und der Bewertung der Einsetzbarkeit der

Filme. Die Filme, die am besten (oder am schlechtesten) hinsichtlich audiovisueller und didaktischer Qualität bewertet wurden, schnitten auch hinsichtlich der Bewertung der Einsetzbarkeit am besten (oder am schlechtesten) ab.

Die Einsetzbarkeit der Filme außerhalb des Unterrichts (für die thematische Vor- oder Nachbereitung durch SchülerInnen) wird sehr ähnlich bewertet. Werden alle Fragebögen einbezogen, fällt die Bewertung etwas besser aus, werden nur die fachspezifisch passenden Bewertungen einbezogen, fällt die Bewertung etwas schlechter aus.

### *Einsetzbarkeit einer Luftdichtheitsmessung im Unterricht*

Zweimal (während der Veranstaltungen in Graz und Wien) wurde eine Luftdichtheitsmessung im Seminarraum demonstriert und danach abgefragt, inwieweit die Integration einer derartigen Live-Luftdichtheitsmessung in den Unterricht vorstellbar wäre.

Die Antwort war wieder auf einer Skala von 1 bis 4 möglich (1 ... ja / Integration vorstellbar, 2 ... eher ja, 3 ... eher nein, 4 ... nein / Integration nicht vorstellbar).



*Abbildung 8: Demonstration einer Luftdichtheitsmessung durch Emanuel Panic während der Fortbildungsveranstaltung in Wien.*

Wenn alle ausgewerteten Fragebögen berücksichtigt werden, liegt die (durchschnittliche) Bereitschaft der Integration einer Luftdichtheitsmessung in den Unterricht bei 2,46; werden nur jene Fragebögen berücksichtigt, wo eine Luftdichtheitsmessung zu den jeweiligen Unterrichtsfächern des Befragten passt, liegt diese durchschnittliche Bewertung bei 1,75 (also etwas besser als „eher ja“).

Mit Kommentaren wie „Nicht mein Thema, sehr interessant!“ zeigten auch jene Lehrer, zu deren Unterrichtsfächern eine Luftdichtheitsmessung nicht passt, in zumindest zwei Fällen eine grundsätzlich positive Bewertung einer derartigen Demonstration.

### *Generelle Zufriedenheit mit der Veranstaltung und weiterführendes Interesse*

Die generelle Zufriedenheit mit der Veranstaltung sowie das Interesse an verschiedenen weiterführenden Aktivitäten konnte wieder auf einer Skala von 1 bis 4 bewertet werden (1 ... ja / Erwartungen erfüllt bzw. Interesse vorhanden, 2 ... eher ja, 3 ... eher nein, 4 ... nein / Erwartungen nicht erfüllt bzw. Interesse nicht vorhanden).

Die folgende Tabelle zeigt die durchschnittlichen Bewertungen für insgesamt fünf Fragen.

*Tabelle 3: Generelle Zufriedenheit mit der Veranstaltung und Interesse an verschiedenen weiterführenden Aktivitäten. Durchschnittliche Bewertung.*

|                                                                                                                                   | <i>Durchschnittliche Bewertung</i> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Die Veranstaltung hat meine Erwartungen erfüllt.                                                                                  | 1,82                               |
| Ich habe Interesse, selbst didaktische Filme zu produzieren.                                                                      | 2,5                                |
| Die Veranstaltung hat bei mir erst das Interesse geweckt, selbst didaktische Filme zu produzieren.                                | 2,82                               |
| Ich habe Interesse daran, an einer weiterführenden Veranstaltung teilzunehmen, in der es um die Produktion von Filmen geht.       | 1,73                               |
| Ich kann mir vorstellen, mich in Zukunft an der Bewertung von im Rahmen des Projekts „Clip it“ produzierten Filmen zu beteiligen. | 2,17                               |

Die durchschnittliche Bewertung der Zufriedenheit mit den Veranstaltungen (Frage „Erwartungen erfüllt?“) liegt bei 1,82 und ist damit positiv zu sehen, denn sie liegt bei etwas besser als „eher ja“. Ein relativ großes Interesse besteht auch daran, in Zukunft an einer Veranstaltung teilzunehmen, in der es um die Produktion von Filmen geht (Bewertung: 1,73). Auch kann sich ein Teil der Befragten vorstellen, in Zukunft an der Bewertung von Filmen teilzunehmen (Bewertung: 2,17; damit etwas schlechter als „eher ja“).

Geringer ist das Interesse bei den Befragten, selbst Filme zu produzieren oder die Einschätzung der Wirkung der Veranstaltung auf dieses Interesse. Immerhin gibt es aber zwei Lehrende, die sich vorstellen können, selbst Filme zu produzieren und weitere drei Lehrende, die diese Frage mit „eher ja“ beantworteten. Zwei Lehrende haben angegeben, dass die jeweilige Veranstaltung das Interesse geweckt hat, Filme zu produzieren und weitere zwei Lehrende haben diese Frage mit „eher ja“ beantwortet.



### 3.3.2 Zusammenfassung des Feedbacks während der Veranstaltungen

*Welche Arten von Filmen werden von Lehrenden gewünscht? Wo liegt der Nutzen von Clip it! Filmen?*

Gewünscht werden Filme zu Aspekten, die Lehrende nicht so einfach im Klassenzimmer über direkte Anschauung erläutern können bzw. nicht direkt im Klassenzimmer umsetzen können. Beispiele dafür sind Baustellenaufnahmen, ein auslösendes Sicherheitsventil (bei Anlagenstagnation) oder die Aufnahme einer Luftdichtheitsmessung. Dieser Anspruch kann einerseits durch im Projekt Clip it! erstellte Filme (Filme, die auf Baustellenaufnahmen basieren) zum Teil erfüllt werden, andererseits durch die empfohlenen externen (d.h. nicht im Projekt erstellten) Filme, welche in die Moodle-Lernplattform eingebunden sind.

Eine weitere sinnvolle Möglichkeit für den Einsatz von Filmen wird darin gesehen, dass damit ein Experte „virtuell in das Klassenzimmer geholt“ werden kann. Diesem Anspruch werden Clip it! Filme in hohem Maß gerecht, da diese zum Großteil auf ExpertInnen-Interviews basieren.

Ein weiterer wesentlicher Nutzen der Clip it! Filme wird darin erkannt, dass diese auch für die Unterrichtsvorbereitung von Lehrenden bzw. für die LehrerInnenfortbildung sinnvoll eingesetzt werden können, auch wenn dann die Filme im Unterricht nicht gezeigt werden.

Ein sinnvoller Mehrwert für Lehrende besteht darin, wenn bereits im Internet vorhandene Filme gesichtet und auf didaktische Verwendbarkeit hin bewertet sind (z.B. Herstellerfilme zu WDVS-Verklebung, Luftdichtheit, etc.). Dies wurde mit Hilfe der Moodle-Lernplattform umgesetzt, in die derartige externe Schulungsfilme eingebunden sind. Es gab einige Empfehlungen zu derartigen Filmen während der Veranstaltungen.

Kontroversiell wird die Frage des Nutzens von Filmen bei Themen bzw. Fragestellungen diskutiert, die Lehrende auch selbst gut während des Unterrichts entwickeln können. Einerseits kann es lehrreicher sein, wenn ein Detail Schritt für Schritt an der Tafel bzw. am Flipchart vom Lehrer selbst entwickelt wird. Dem steht die Meinung eines Lehrers gegenüber, dass Filme zu derartigen Themen trotzdem sinnvoll sein können, da sie für die Unterrichtsvorbereitung eingesetzt werden können.

Da sich SchülerInnen beim Betrachten der Filme (genauso wie im Frontalunterricht) in einer passiven Situation befinden, ist es wichtig, die SchülerInnen durch Übungen zum Filmthema oder einfach durch Zwischenfragen (Film bewusst an geeigneten Stellen anhalten) zu aktivieren.

*Wie wichtig ist die technische Perfektion von didaktischen Filmen?*

Es wird von den Lehrenden tendenziell die Ansicht vertreten, dass die inhaltliche und didaktische Aufbereitung (deutlich) wichtiger als die technische Perfektion von didaktischen Filmen ist.

Kritisiert werden diesbezüglich "Hochglanz"-Filme, die zwar mit hoher technischer Perfektion produziert sind, aber oft nicht speziell didaktisch aufbereitet sind bzw. thematisch zu wenig in die Tiefe gehen. Derartige Filme versetzen SchülerInnen eher noch mehr in eine passive Rolle des Zurücklehns und der didaktische Nutzen ist fraglich.

Das differenzierte Feedback der Lehrenden zu den verschiedenen gezeigten Filmen (mit Verbesserungsvorschlägen auch zur audiovisuellen Qualität) zeigt aber auch, dass es wichtig ist,

gewisse Standards hinsichtlich der audiovisuellen Qualität (z.B. Ton gut verständlich, Beschriftungen gut lesbar, etc.) zu erfüllen, damit Filme attraktiv genug sind, um während des Unterrichts gezeigt werden zu können.

### *Vorschläge zur Verbesserung der Filme*

#### *Inhaltliche Aspekte*

Es sollten keine bewusst falschen (bzw. irreführenden/verwirrenden) Aussagen/Informationen in den Filmen vorkommen. Dies wurde beim Film zu WDVS-Verklebung während der Veranstaltung in Innsbruck kritisiert, da hier ein Beispiel gezeigt wurde, wo zu wenig Kleber auf die Dämmplatte aufgebracht wurde, dies aber nicht im Film selbst kritisiert bzw. korrigiert wurde. Der Film wurde danach diesbezüglich überarbeitet.

Eine Möglichkeit des Umgangs mit fehlerhaften Aussagen oder Ausführungen ist, im Film eine Zwischenfrage wie „Finden Sie den Fehler“ oder „Wurde das richtig ausgeführt?“ einzublenden, woraufhin der Film angehalten werden und diese Frage besprochen werden kann. Wichtig ist, dass im Film dann noch die Auflösung der Frage gezeigt wird. Dazu passendes Statement eines Lehrers: "Wir brauchen Filme, auf die man sich verlassen kann."

Filme sollten vor der Veröffentlichung von den jeweiligen ExpertInnen auf inhaltliche Richtigkeit überprüft werden.

Filme sollten idealerweise dramaturgisch so aufgebaut sein, dass sie eine Thematik „in eine Geschichte einpacken“, damit sie von SchülerInnen mit Interesse aufgenommen werden.

Damit in Zusammenhang steht die Anregung, ein Thema nicht zu rasch und zu komplex zu eröffnen. In einer Einführung sollte zum Thema hingeführt werden.

Falls Zwischenfragen im Film gestellt werden, sollten diese nicht zu schwierig sein, d.h. dem Niveau von SchülerInnen angepasst sein. Mögliche Punkte einzuplanen, in denen ein Film gestoppt werden kann, ist sinnvoll.

#### *Technische Aspekte*

Texteinblendungen waren teilweise (z.B. auf der elektronischen Leinwand in Wien) nicht gut lesbar, während sie allerdings am Laptop (d.h. während des Filmschnitts) problemlos lesbar waren. Aufgrund dieser Erfahrungen wurde das Layout der Texteinblendungen geändert (dezent grauer Hintergrund, Beschriftung weiß).

Bei der Veranstaltung in Wien (elektronische Leinwand) ist auch der Qualitätsunterschied zwischen Filmen mit zusätzlicher Beleuchtung bei der Aufnahme des Rohmaterials und Filmen ohne Zusatzbeleuchtung aufgefallen.

Auch Aufnahmen mit Gegenlicht sind nach Möglichkeit zu vermeiden bzw. sollte hier mit anderer Kameraeinstellung (Gegenlicht-Einstellung) aufgenommen werden.

Eine unruhige Kameraführung ist zu vermeiden (Verwenden eines Stativs, insbesondere bei längeren statischen Sequenzen).

Mehr „graphische“ Unterstützung (in Form von Animationen oder Diagrammen) wurde zumindest bei einigen Filmen als sinnvoll erachtet.

Falls es Filmsequenzen mit unterschiedlicher Lautstärke gibt, sind diese Unterschiede möglichst anzugleichen, sodass Lautstärkeunterschiede im endgültig geschnittenen Film (möglichst) nicht mehr erkennbar sind. Diese Angleichung kann „händisch“ erfolgen oder durch entsprechende Funktionen (wie „Kompressor“) in der Audibearbeitungs- oder Videoschnitt-Software.

Das Herausschneiden von Pausen oder „Äh´s“ bei Interviews kann störend sein, wenn dadurch ein zu sehr ruckelndes Bild resultiert.

### *Themenvorschläge*

Es wurden während der Veranstaltungen einige Vorschläge zu Themen geäußert, zu denen Filme als wünschenswert erachtet werden:

- Photovoltaik (insbesondere bei Veranstaltung in Graz, hier waren einige Lehrer mit dem Unterrichtsfach Elektrotechnik anwesend)
- Luftdichtheit bei Elektro-Installationen
- Basisfilme zu Solarthermie
- Bauökologie
- Grundlagen der Thermographie auch für Anwendungen in der Elektrotechnik (zum Beispiel eingesetzt zur Beurteilung der Effizienz von Wechselrichtern).

Zu den Themen Photovoltaik, Luftdichtheit bei Elektro-Installationen und Bauökologie (Ökologischer Vergleich von Dämmstoffen) wurden im Anschluss an die Fortbildungsveranstaltungen noch Filme produziert.

### 3.4 Erstellen der Filme – Erfahrungen aus dem Projekt

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie wir (als Konsortium im weiteren Sinn bzw. energieautark consulting gmbh im engeren Sinn) bei der Produktion der Filme vorgegangen sind, welche Erfahrungen wir dabei gemacht haben und welche Empfehlungen sich daraus ableiten lassen.

Die Inhalte dieses Kapitels wurden auch im Rahmen eines Vortrags während der Fortbildungsveranstaltungen für Lehrende präsentiert.

#### 3.4.1 Equipment

##### 3.4.1.1 Hardware

###### *Kamera*

Es wurden fast alle Aufnahmen im Rahmen des Projekts Clip it! mit Handkameras/Handycams (genauer: HD Camcorder; Serie Canon Legria) gemacht. Preisklasse: 300 – 500 Euro.

Unserer Erfahrung nach sind Kameras dieser Qualität und Preisklasse ausreichend, der Unterschied in der Bildqualität ist im Vergleich zu größeren, teureren Kameras kaum wahrnehmbar. Es wurde auch zweimal mit einer größeren Kamera (Equipment der FH St. Pölten) gefilmt, in diesen Fällen ergab sich jedoch das Problem, dass das Bildmaterial konvertiert werden musste, um von der verwendeten Schnitt-Software verarbeitet werden zu können (siehe unten). Neben diesem Zusatzaufwand für die Konversion können auch allfällige höhere Auflösungen bei der Aufnahme nach der Konversion verloren gehen.

Die kleinen verwendeten Camcorder haben neben der Preisgünstigkeit und der unmittelbaren Verwendbarkeit des Bildmaterials (in diesem Fall) den Vorteil, dass sie sehr leicht sind, dadurch leicht transportierbar sind und auch die Führung mit der Hand leicht möglich ist. Größe und Gewicht waren insbesondere deshalb wichtig, da energieautark immer öffentlich an- und abreiste (in der Regel zu zweit: Thomas Lewis, Ernst Schriefl). Die dafür erforderliche Lösung war, alles Wesentliche (inkl. Laptop) im Rucksack sowie in einer zusätzlichen Umhängetasche mitzuhaben. Sogar ein bis zwei kleine Stative konnten so mitgeführt werden.

Von energieautark wurden zwei Handycams verwendet, die preislich und qualitativ etwas unterschiedlich waren. Die Unterschiede betreffen:

1. die Lebensdauer der Akkus: für die hochwertigere Kamera war ein extra großer Akku separat verfügbar, der eine Aufnahmezeit bis zu 3 Stunden erlaubte, während die Akkus bei der kleineren Kamera nur 30 bis 60 Minuten hielten. Grundsätzlich ist die Anschaffung eines oder mehrerer zusätzlicher Akkus empfehlenswert, um möglichst lange unabhängig vom Stromnetz filmen zu können.
2. die Sensitivität der Zoomfunktion: Während auf der hochwertigeren Kameras relativ gleichmäßig auf ein Objekt gezoomt werden konnte, war dies bei der billigeren eher schwierig, da der Zoomregler eine geringere Sensitivität aufwies.

### *Audioequipment*

Der Kameraton (d.h. der mit dem im Camcorder befindlichen internen Mikrofon aufgenommene Ton) kann bei ruhiger Umgebung und falls der Interviewpartner sich in der Nähe der Kamera befindet, ausreichend sein. Insbesondere in lauten Umgebungen bzw. generell, falls die Ansprüche an die Tonqualität etwas höher gelegt werden, ist aber die Aufnahme mit einem externen Mikrofon zu empfehlen. In einer lauten Umgebung und/oder falls der Interviewpartner eher dynamisch ist (d.h. immer wieder die Position wechselt), ist die Aufnahme mit einem am Körper befindlichen Mikrofon zu empfehlen; dies kann ein Headset-Mikrofon oder ein an einem Kleidungsstück am Oberkörper (Jackett, Pullover, Krawatte) angebrachtes Ansteckmikrofon sein. Dieses Mikrofon kann mit einem Kabel oder über Funk mit einem Audioaufnahmegerät verbunden werden. Als Audioaufnahmegerät ist ein sogenannter „Field-Recorder“ zu empfehlen, die von verschiedenen Herstellern in einer Preisklasse bis etwa 400 Euro angeboten werden (wir verwenden den Field-Recorder Zoom H4N). Der Field-Recorder kann auch ohne externes Mikrofon verwendet werden, da dieser auch über ein gutes eingebautes Mikrofon verfügt, die Aufnahme mit einem externen Mikrofon ist aber in der Regel noch besser.



*Abbildung 9: Aufbau des Aufnahmeequipments für die Aufnahme eines Vortrags von Helmut Schöberl.*

Als Funkset haben wir ein Produkt der Firma Sennheiser im Einsatz, welches zusammen mit den dazu zu verwendenden Mikrofonen (Headset, Ansteckmikro) etwa 900 Euro kostet. Falls aufgrund der doch etwas höheren Kosten kein Funkset verwendet wird, müssten die Mikrofone direkt mit dem Aufnahmegerät verbunden werden, womit man in einer dynamischen Umgebung natürlich etwas unflexibler ist.

Im Fall einer ruhigen Umgebung und einer eher statischen Situation (d.h. der Interviewpartner bewegt sich wenig) ist ein gutes externes Kondensatormikrofon (Preisklasse: einige 100 Euro, wobei es auch preisgünstigere Mikrofone bereits unter 100 Euro gibt) zu empfehlen, das direkt mit dem



Audioaufnahmegerät verbunden wird. Das Mikrofon kann in der Hand gehalten oder an einem (Tisch-) Stativ befestigt werden, was sich insbesondere bei längeren Interviews empfiehlt.

Eine weitere Möglichkeit der Audioaufnahme ist die Verwendung einer Mikrofonstange, die dem Interviewpartner bzw. der Tonquelle nachgeführt wird. Wir haben diese Option auch, aber nur in wenigen Fällen, genutzt (Equipment der FH St. Pölten).

Sehr empfehlenswert ist die Kontrolle des aufgenommenen Tons mit Kopfhörer, da dann Übersteuerungen, zu leise aufgenommene Passagen oder das gänzliche Ausfallen des Tones rasch erkannt werden können und darauf reagiert werden kann. Zumindest sollte während der Aufnahme regelmäßig der Aufnahmepegel kontrolliert werden.



*Abbildung 10: Aufnahme des Tons mit einem externen Mikrofon, dass an einer Mikrofonstange befestigt ist. Interviewpartner: Johannes Haas. Aufnahme durch Team der FH St. Pölten (links: Julia Püringer, Mitte: Julia Machan)*

### **Batterien/Akkus**

Eine scheinbar triviale Schwachstelle war die Lebensdauer der Batterien. Dieses Problem konnte immer dort umgangen werden, wo es Zugang zu Netzstrom gab und die Geräte daher direkt an das Netz angeschlossen werden konnten. Bei dem Funkmikroset von Sennheiser (Sender, Empfänger) als wesentliche Komponente gab es diese Möglichkeit leider grundsätzlich nicht. Der Batteriebetrieb führte leider da oder dort zu Tonausfällen, da für den Betrieb des Funksets sich fallweise (auch neue, nicht



entladene) Batterien nach relativ kurzer Zeit entladen. Hier wäre ein automatisches akustisches Warnsignal seitens der Funkeinheit hilfreich gewesen.

### *Kamerastativ*

Die Verwendung eines Kamerastativs ist in der Regel empfehlenswert, da nur so eine ruhige Kameraführung möglich ist und Ermüdungserscheinungen bei längerer Handhaltung vorgebeugt wird. Es gibt aber auch Situationen, wo die Flexibilität einer in der Hand gehaltenen Kamera vorteilhaft ist. Billige Stative haben den Nachteil, dass die Kameraführung etwas mühsamer und weniger geschmeidig möglich ist, sind aber andererseits in der Regel auch kleiner und leichter, was den Vorteil der leichteren Transportierbarkeit hat.

### *Beleuchtung*

Während in einer professionellen Umgebung Beleuchtung ein Muss ist, ist der Einsatz zusätzlicher Beleuchtung in einer Amateur- oder semiprofessionellen Umgebung wie vieles andere Abwägungssache. Wenn der vorhandene Raum nicht gut ausgeleuchtet ist oder der Interviewpartner oder bestimmte Gegenstände besser „in Szene“ gesetzt werden sollen, ist die Verwendung zusätzlicher Beleuchtung zu empfehlen. Bei einigen Aufnahmen haben wir zusätzliche Beleuchtung verwendet (zumeist Equipment der FH St. Pölten) sowie im Rahmen des Projekts auch eine dimmbare LED-Flächenleuchte, bei der auch die Lichtfarbe änderbar ist, inkl. Lichtstativ angeschafft (ca. 300 Euro), welche fallweise verwendet wurde.



Abbildung 11: Wesentliche Elemente des verwendeten Video- und Audioequipments: Kamera HD Camcorder Canon Legria (1), Audiorekorder Zoom H4N (2), Funkmikrofonset (Empfänger und Sender) (3), externe Festplatten (4), Headsetmikrofon (5), Ansteckmikrofon (6), Tischmikrofon (7) und Mikrofonständer (8), Speicherkarten (9), Batterien und Batteriemessgerät (10), diverse Kabel (11), LED-Flächenleuchte (12).

### 3.4.1.2 Software

#### Filmschnitt-Software

Zu Projektbeginn wurde noch mit frei verfügbarer Videoschnittsoftware experimentiert, diese Programme wiesen aber verschiedene Mängel hinsichtlich Funktionsumfang und Benutzerfreundlichkeit auf.

Schließlich fiel im Laufe des Projekts die Entscheidung, die Schnittsoftware Edius (zuerst Edius Neo 3, dann Edius 7) zu kaufen. Diese Software weist unserer Ansicht nach ein sehr gutes Preis-/Leistungsverhältnis auf (Kosten je nach Version 200 - 500 Euro).

Unabhängig von der konkret verwendeten Kamera und der konkret verwendeten Software ist grundsätzlich wichtig, zu überprüfen, ob die verwendete Software die von der Kamera generierten

Videoformate (Codecs) verarbeiten kann. Sonst muss das Videoformat konvertiert werden, was erstens mit einem zusätzlichen Aufwand und zweitens in der Regel mit einem Qualitätsverlust verbunden ist.

### *Screencapture-Software*

Falls die Arbeit mit einer Software filmisch dokumentiert werden soll, ist die Verwendung einer Screencapture-Software sinnvoll. Empfehlenswert ist hier die Software Camtasia (ca. 300 Euro).

### *Grafiksoftware*

Zum Bearbeiten von Bildern (Standbilder, die eingeblendet werden), das im einfachsten Fall im Zuschneiden (z.B. 16:9 Videoformat) oder im Konvertieren der Bilder in ein gewünschtes Dateiformat bestehen kann, ist der Einsatz von Grafik- bzw. Bildbearbeitungssoftware notwendig. Empfehlenswert ist hier die frei verfügbare, relativ mächtige Software Gimp.

### *Audiobearbeitung*

Eine Nachbearbeitung der aufgenommenen Tonspur(en) kann sinnvoll sein, beispielsweise wenn eine Monospur in eine Stereospur transformiert werden soll oder wenn das Audiosignal komprimiert und anschließend verstärkt werden soll. Wir verwenden die frei verfügbare Software Audacity.

### *Animations-Software*

Im Zuge des Projekts haben wir mit der frei verfügbaren Animations-Software Blender experimentiert, diese wurde aber schließlich nicht für die im Projekt produzierten Filme eingesetzt.

Einfache Animationen (wie wandernde Pfeile o.ä.) können auch in Edius umgesetzt werden.

## **3.4.2 Vorbereiten und Durchführen der Aufnahmen**

Die Erstellung der Filme erfolgte in mehreren Schritten, die auch zeitlich ineinandergreifen können. Zu Beginn steht die Aufnahme des Rohmaterials. Das Rohmaterial umfasst Interviews mit ExpertInnen, Interviews mit Herstellern (auf Messen), Vorträge auf den im Projekt durchgeführten Fortbildungsveranstaltungen sowie Aufnahmen auf Baustellen und von Besichtigungen von Anlagen und Gebäuden. Die Aufnahme des Rohmaterials erfordert entsprechende Vorbereitungsarbeiten: neben rein organisatorischen Punkten (wie Vereinbaren von Terminen, etc.) gibt es auch eine inhaltliche Vorbereitung.

Als inhaltliche Vorbereitung für ein (gefilmt) Interview ist es sinnvoll, eine Liste von Fragen zusammenzustellen und dem Interviewpartner vor dem Interview zu schicken. Diese Liste mit Fragen kann auch Angaben dazu enthalten, welches Material der Interviewpartner vorbereiten soll, wie z.B. Bildmaterial, allfällige schriftliche Unterlagen, Anschauungsmaterial wie bestimmte Produkte oder Komponenten.

Bei Aufnahmen auf einer Baustelle bzw. bei einer Gebäude- oder Anlagenbesichtigung ist es sinnvoll, sich die jeweiligen Räume (unmittelbar) vor den Aufnahmen anzusehen und mit dem Ansprechpartner vor Ort eine Vorbesprechung zu machen, um zu entscheiden, welche Schauplätze gefilmt werden sollen. Für die konzeptionelle Vorarbeit ist es einerseits effektiv, ein möglichst klares und strukturiertes Konzept zu haben, was ein Film aussagen und wie dieser gestaltet werden soll (etwa in Form eines Drehbuchs, das auf den im Gewerkeraster beschriebenen Pflichtenheften aufbaut), andererseits ist es auch gut, offen zu sein, denn einiges entsteht erst „in the making“, d.h. im Produktionsprozess. Etwa wenn nach Sichtung des Rohmaterials Ideen entstehen, welche Sequenzen zueinander passen könnten oder wenn man auf einer konkreten Baustelle sieht, was hier tatsächlich vor sich geht und was sich filmisch gut einfangen ließe.

Die Verwendung von Storyboards (d.h. einer grafischen Repräsentation eines Drehbuchs, in dem die Szenenfolge bildlich dargestellt ist) wurde zwar diskutiert, aber nicht umgesetzt; die Verwendung von Drehbüchern, welche auf den Pflichtenheften basieren können, wurde als ausreichend erachtet. Oft wurden aber die konkreten Filme erst nach Vorliegen des Rohmaterials konzipiert.

Empfehlenswert ist, während der Filmaufnahmen ergänzend auch Fotos zu machen. Diese können einerseits zusätzliche Informationen beinhalten (indem man beispielsweise auf den Fotos Details besser erkennt), andererseits auch direkt im Film eingebaut werden: als Ergänzungen oder auch an Stellen, an denen das Filmrohmaterial nicht gut (genug) ist, können diese Fotos eingeblendet werden, während beispielsweise die Original-Tonspur weiter abgespielt wird.

Unmittelbar nach jedem Aufnahmetermin gab es eine entsprechende Datensicherung. Die Video- und Audiodaten mussten von den Speicherkarten der Aufnahmegeräte auf Datenträger mit größerer Kapazität in eine adäquate Dateistruktur überspielt werden.

Beim Schnitt wurden die entsprechenden Rohdaten nicht auf der Festplatte des Computers selbst vorgehalten, sondern immer auf einer externen Harddisk. Früher oder später kommt man in die Lage, entscheiden zu müssen, welches Rohmaterial man wirklich noch unbedingt auf derartigen "Schneideplatten", die für den Filmschnitt verwendet werden, braucht, und welches Material man auf Festplatten auslagern kann, die nicht unmittelbar für den Filmschnitt herangezogen werden.

Backups der Daten wurden auf (mindestens) zwei weiteren externen Festplatten gemacht. Für das entsprechende Synchronisieren der Daten zwischen den verschiedenen Festplatten ist eine eigene Software hilfreich. Eingesetzt wurde hier die Software „Total Commander“.

### 3.4.3 Filmschnitt

Der Schnitt von Filmen beginnt mit dem Sichten des Rohmaterials und einem Rohschnitt. Dabei werden zu einem Thema (= später Filmtitel) jeweils passende Sequenzen aus dem Rohmaterial ausgeschnitten und in das Filmprojekt kopiert. Eine Standardtätigkeit in dieser Phase ist auch das Synchronisieren von Bild- und Tonspur (in der Regel wurde nicht der Kameraton verwendet, sondern eine separat mit einem

externen Mikrofon aufgenommene Audiospur, wie bereits oben unter „Equipment“ beschrieben). Vor dem Synchronisieren kann die rohe Audiospur auch nachbearbeitet werden.

Nach dem Rohschnitt beginnt der Feinschnitt. In dieser Phase werden hauptsächlich erklärende Elemente hinzugefügt wie zusätzliche Bilder, Texteinblendungen oder auch zusätzliche gesprochene Erläuterungen, Bildbeschriftungen oder einfache Animationen. Zu Texteinblendungen siehe auch Kap. 3.1.8.

In dieser Phase wird auch die Gesamt-Dramaturgie des jeweiligen Films erneut überarbeitet und schließlich der Film finalisiert, indem Vor- und Nachspann hinzugefügt werden und der Film in ein entsprechendes Dateiformat exportiert wird.

Die fertig geschnittenen Filme wurden (vor dem Hochladen auf youtube) auf die Plattform Vimeo hochgeladen, auch um (hauptsächlich ExpertInnen aus dem Konsortium) die Möglichkeit zu geben, die Filme vor der Endversion zu kommentieren.

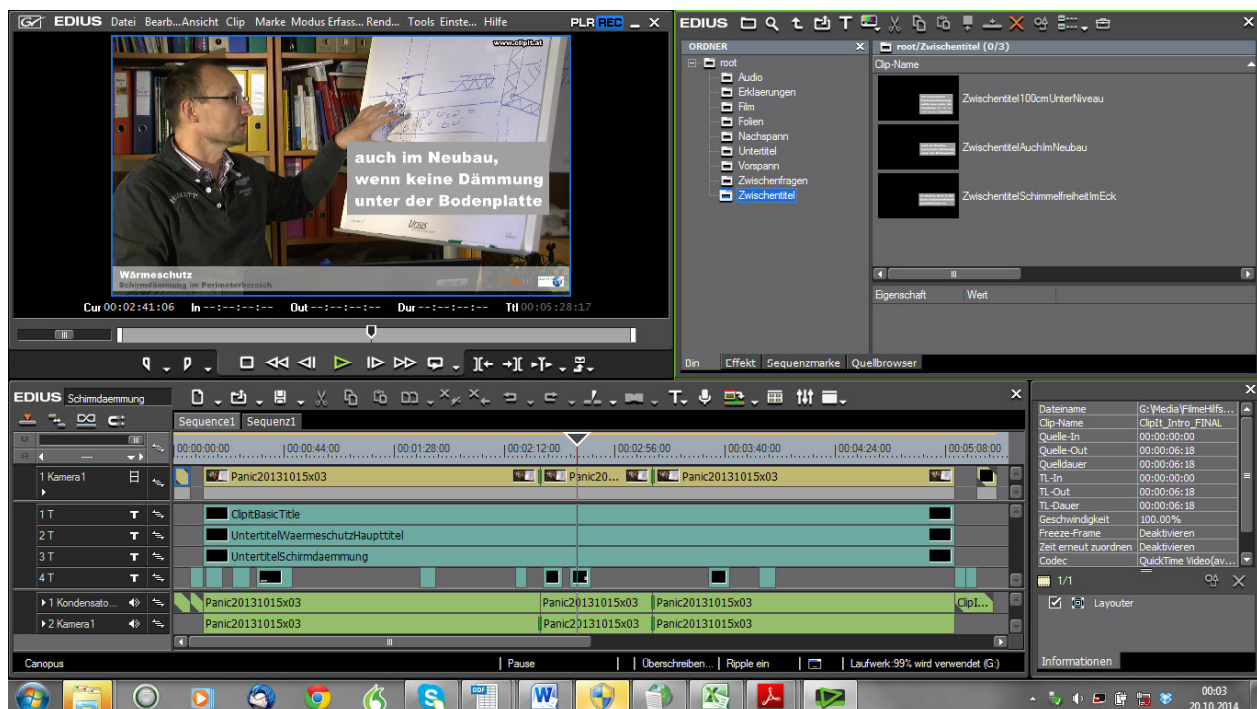


Abbildung 12: Screenshot der Schnittsoftware Edius Neo 3. Links oben das Vorschaufenster: hier kann man einerseits den geschnittenen Film im jeweiligen aktuellen Zustand abspielen, aber auch ungeschnittenes Material sichten; rechts oben die „Bin“: eine Ablage für Dateien verschiedener Art; links unten die Zeitleiste („Timeline“: hier findet der eigentliche Schnitt statt, man sieht hier auch die verschiedenen Spuren (oben eine Videospur, dann vier Titelspuren, unten zwei Tonspuren); rechts unten das Informationsfenster: hier sieht man Informationen zum jeweiligen Clip (Clip bezeichnet hier nicht den ganzen Film, sondern eine abgegrenzte Sequenz, die manipuliert (verschoben, kopiert, ausgeschnitten, etc.) werden kann.



## 4 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

### 4.1 Der Gewerkeraster „Kritische Punkte“

Die Qualität eines Bauvorhabens entscheidet sich vorwiegend an verschiedenen "kritischen Punkten". Bei einem Gebäudesanierungs- oder Neubauprojekt sind diese Punkte in der Planung, bei der Ausführung und nicht zuletzt bei der Übergabe feststellbar. "Was ist in der Praxis kritisch?" wird zwar unterschiedlich beurteilt, man findet aber in ExpertInnengesprächen an bestimmten Stellen des Projektablaufs Häufungen von Nennungen. Diese kritischen Punkte sind in aggregierter Form auch als Lehrplanelemente einschlägiger Berufsfortbildungskurse erkennbar (WIFI, Green Academy, klima:aktiv-Fortbildungsmaßnahmen etc.).

"Kritische Punkte" sind Schlüsselstellen im Projektverlauf, an denen Fachkräfte in realen Situationen gehäuft auf Schwierigkeiten stoßen. Die Ursache liegt an sich verändernden Randbedingungen (neue Produkte, neue Normen, neue Erkenntnisse, steigendes Kundenbewusstsein, etc.) sowie in der Komplexität der jeweiligen Fragestellungen. Unter "kritisch" wird hier nicht verstanden, dass die Ausführung einer Arbeit grundsätzlich gefährdet wäre, sondern dass eine qualitativ hochwertige, dauerhafte Ausführung einer Arbeit auf dem Spiel steht. Derartige kritische Punkte des Berufsalltags der Zielgruppen bildeten die Grundstruktur für weitere Aktivitäten im Projekt.

Der Gewerkeraster "Kritische Punkte" wurde in zwei Schritten erstellt.

Zuerst wurde eine "Auflösung grob" als Arbeitsgrundlage für die Arbeit in der Expertengruppe erstellt und in Form einer Tabelle festgehalten.

Link: <http://www.clipit.at/gewerkerastermasteraufloesunggrob>

Diese Version "Auflösung grob" wurde in einem zweiten Schritt von den Mitgliedern der Expertengruppe in eine "Auflösung fein" ausformuliert, wobei nicht alle Punkte der "Auflösung grob" in die "Auflösung fein" übernommen wurden.

Link: <http://www.clipit.at/gewerkrasteraufloesungfein>

Das Summe aus "Auflösung grob" und "Auflösung fein" wird als Gewerkeraster "Kritische Punkte" bezeichnet.

Jeder Punkt im Gewerkeraster "Auflösung fein" ist gemäß einer einheitlichen Struktur beschrieben:

- Warum?
- Kritische Punkte – Problemstellung
- Mögliche Folgen
- Lösung



Nach einer Erläuterung der Problemstellung werden mögliche Folgen mangelhafter Ausführungen und Lösungsmöglichkeiten beschrieben.

Danach erfolgt eine Beschreibung, wie der jeweilige Punkt filmisch umgesetzt werden könnte (mit „Pflichtenheft“ bezeichnet).

- Darstellung des Problems
- Darstellen der Lösung
- Bilder - Kommentare

Hier wird skizziert, wie das Problem und die Lösungsmöglichkeiten filmisch dargestellt werden könnten. Schließlich wird ein Punkt im Gewerkeraster durch eine Sammlung thematisch passender Bilder abgerundet.

Im Gewerkeraster werden folgende thematische Schwerpunkte behandelt:

- Hochwärmedämmende Gebäudehülle (Wärmedämmverbundsysteme, Wärmebrückenfreiheit, Thermographie)
- Luftdichtheit
- Lüftungstechnik
- Solarthermie
- Photovoltaik
- Biomasse-Heizungen / Heizsysteme allgemein.

Im folgenden ein Auszug aus dem Gewerkeraster, der den qualitätskritischen Punkt der Berücksichtigung von Punktlasten bei XPS-Dämmung im Bereich der Bodenplatte beschreibt.

## 2 Bodenplatte

### 2.1.2 - Punktlasten

Qualitätskritische Punkte: *Berücksichtigung von Punktlasten bei XPS-Dämmung*

**Warum?** Da es sich bei Dämmplatten aus XPS (extrudiertes Polystyrol) u. ä. um eine „weiche“ Dämmung handelt (im Gegensatz zu z. B. Glasschaumplatten), besteht die Gefahr ungleichmäßiger Setzungen im Bereich von Punktlasten.

**Kritische Punkte - Problemstellung** Grundsätzlich wird die Wärmedämmung gleichmäßig unter z. B. der Fundamentplatte verlegt. Durch das Eigengewicht und die Nutzlasten erfährt dieser Bereich eine gleichmäßige Setzung. Im Bereich punktueller Gebäudelasten (z. B. Säulen) aber auch punktueller Nutzlasten (z. B. Maschinen) sind die Setzungen (Nachgiebigkeit des Dämmstoffes, Verformung der Fundamentplatte) größer.

#### Mögliche Folgen

1. Unebenheiten im Fußbodenbereich
2. Risse in den Obergeschoßen

#### Lösung

1. Verstärkung der Betonbauteile

Die Fundamentplatte kann so gestaltet werden (z. B. durch Vertiefungen), dass die Einzellast auf eine größere Fläche verteilt wird. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, im Bereich der Einzellast unter der Dämmplatte ein zusätzliches Fundament zu errichten, um Setzungen des Unterbaues zu kompensieren.

2. Wahl der Wärmedämmung

Im Bereich von Einzellasten können Dämmplatten (z. B. hoch belastbare XPS-Platten, Schaumglasplatten) verwendet werden, die höher belastbar sind als jene, die in anderen Bereichen eingesetzt werden.

3. Weglassen der Wärmedämmung

Sind die Einzellasten zu hoch, so ist keine Wärmedämmung unter diesem Bereich zu verwenden und die zusätzlichen Wärmebrücken in der Heizwärmebedarfsberechnung zu berücksichtigen. Diese Bereiche sind aber so zu gestalten, dass es zu keiner Tauwasser- oder Schimmelbildung kommt (z. B. durch seitliches Dämmen einer Säule).

#### Pflichtenheft für Bild, Video, etc.

##### A) Darstellung des Problems

1. Zeige und beschreibe Risse in einem Gebäude
2. Dokumentation des/der Bereiche mit Einzellasten anhand eines Planes oder auf der Baustelle

Abbildung 13: Auszug dem Gewerkeraster „Kritische Punkte“ (Auflösung fein), Qualitätskritischer Punkt: Berücksichtigen von Punktlasten bei XPS-Dämmung im Bereich der Bodenplatte, Teil 1

## B) Darstellen der Lösung

1. Zeige und beschreibe das Verlegen unterschiedlicher Dämmplatten
2. Zeige und beschreibe Bereiche ohne Wärmedämmung aufgrund hoher Belastung

### Bilder – Kommentare

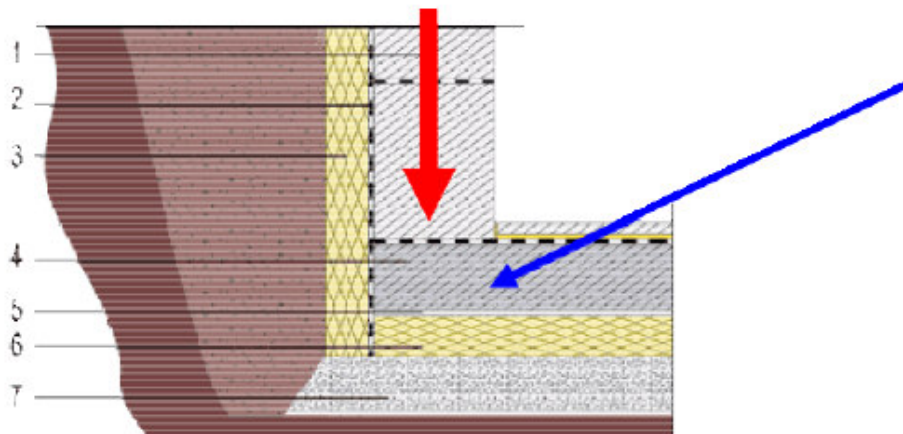


Abb. 2.1: Randbereich mit erhöhter Belastung. Zeichnung: Internet.

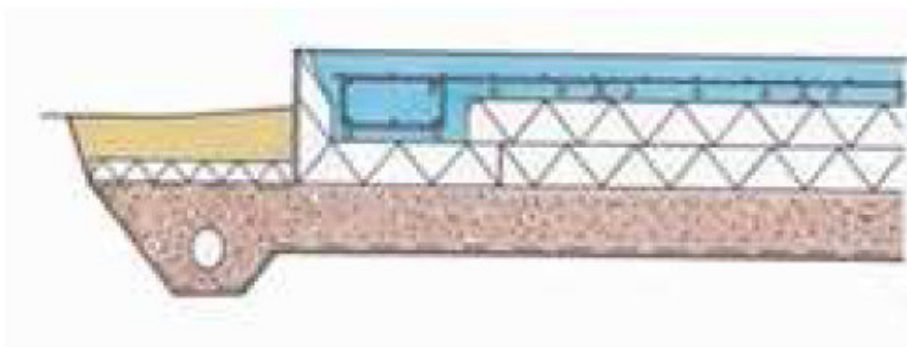


Abb. 2.2: Möglichkeit der Verstärkung der Bodenplatte. Die Dämmung unter der Verstärkung wird reduziert, zur Kompensation wird eine genau definierte Schirmdämmung errichtet. Zeichnung: [www.geocell-schaumglas.eu](http://www.geocell-schaumglas.eu).

Abbildung 14: Auszug dem Gewerkeraster „Kritische Punkte“ (Auflösung fein), Qualitätskritischer Punkt: Berücksichtigen von Punktlasten bei XPS-Dämmung im Bereich der Bodenplatte, Teil 2

### 4.2 Die erstellten Filme

Im folgenden sind die im Zuge des Projekts durch das Konsortium produzierten Filme kurz beschrieben, nach Themenfeldern gegliedert.

#### 4.2.1 Hochwärmedämmende Gebäudehülle

##### ***Verklebung von Wärmedämmverbundsystemen***

Länge: 6.42 Min., Bezug auf Kap. 2.2.2 im Gewerkeraster

Setting: Zeichnen am Flipchart; Erläuterung anhand einer Skizze am Bildschirm; Baustelle, auf der ein Wärmedämmverbundsystem befestigt wird

Aufnahmeorte: Büro energieautark consulting gmbh, Fortbildungsveranstaltung in Innsbruck, Baustelle in 1140 Wien

Es wird zunächst erläutert, welche Probleme bzw. Schadensbilder entstehen können, wenn ein Wärmedämmverbundsystem mangelhaft angebracht wird. Bei mangelhaft verklebtem Wärmedämmverbundsystem kann es zur Hinterströmung der Wärmedämmung kommen, wodurch die Dämmwirkung reduziert wird und auch Kondensatausfall möglich ist.

Die Randwulst-Punkt Methode zur Verklebung der Dämmplatten ist eine Methode, um das Hinterströmen der Dämmung zu verhindern. Diese Methode wird anhand eines Bildes erläutert, wobei auch bereits die vollflächige Verklebung mit Hilfe einer Zahnspachtel erwähnt wird.

Anschließend sieht man das Bestreichen einer Dämmplatte mit Kleber (Baustellenaufnahme) und es wird die Frage gestellt, ob in diesem Fall der Kleber fachgerecht aufgebracht wurde.

Daraufhin wird erläutert, dass in diesem Fall nicht ausreichend Klebemörtel aufgebracht wurde. Bei Anwendung der Randwulst-Punkt Methode kommt es häufig zu mangelhaften Ausführungen. Eine vollflächige Verklebung ist dort, wo es möglich ist (ebener Untergrund), vorzuziehen.

##### ***WDVS – Sockelausbildung***

Länge: 6.23 Min., Bezug auf Kap. 2.2.1 im Gewerkeraster

Setting: Erläuterung anhand einer Skizze am Flipchart; Aufnahmeort: Büro energieautark consulting gmbh

Im Bereich des Sockels, d.h. dem Übergang zwischen Fundamentplatte und aufgehendem Mauerwerk, sind verschiedene Punkte zu beachten, um einen ausreichenden Wärme- und Feuchteschutz zu erreichen. Hinsichtlich Wärmeschutz bzw. Bauschadensfreiheit ist insbesondere zu beachten, dass im Eckbereich innen die Temperatur ausreichend hoch bleibt, sodass es hier nicht zu Schimmelbildung kommt.

Kritische Punkte:

- Die Perimeterdämmung muss in den Glasschaumschotter ausreichend eingebunden sein, um hier eine Fugenbildung zu vermeiden.
- Der Anschluss des Sockels an das Wärmedämmverbundsystem (entlang der Außenmauer) ist fugenfrei auszuführen. Eine Fuge erhöht hier den Wärmeabfluss und kann auch dazu führen, dass das Wärmedämmverbundsystem hinterströmt wird, falls dieses nicht ausreichend sorgfältig verklebt ist (siehe auch Film „Verklebung von Wärmedämmverbundsystemen“).
- Früher wurden häufig Sockeltragprofile aus Metall unter die Dämmung am aufgehenden Mauerwerk montiert, um einen geraden, sauberen Abschluss der Dämmung zu erreichen. Durch die hohe Wärmeleitfähigkeit des Metalls kommt es zu einer entsprechend starken Wärmebrückenwirkung. Der Einbau eines derartigen metallischen Sockeltragprofils ist allerdings aus statischen Gründen nicht notwendig, da sich die Wärmedämmverbund-Fassade durch die Verklebung und Verdübelung selbst hält. Zu empfehlen ist der Einsatz eines Kunststoffprofils mit Gewebe, das eingespachtelt wird und einen sauberen Kantenabschluss ermöglicht.
- Für den Feuchtigkeitsschutz ist hinter der Perimeterdämmung eine Feuchtigkeitsabdichtung anzubringen.

### **Schirmdämmung**

Länge: 5.28 Min.

Setting: Erläuterung anhand einer Skizze am Flipchart; Aufnahmeort: Büro energieautark consulting gmbh

Bei einer senkrechten Perimeterdämmung sollte man die Dämmung bis unter die Frosttiefe ziehen (diese liegt bei 80-100 cm unter Niveau). Falls diese Tiefe nicht erreicht werden kann, um sich Grabungsarbeiten und/oder statische Probleme (bei Grabung unter das Fundamentniveau) zu ersparen, und keine Dämmung unter der Bodenplatte verlegt wird, ist eine Schirmdämmung anzubringen.

Bei einer Schirmdämmung wird im Anschluss an den senkrechten Abschnitt der Perimeterdämmung noch ein horizontaler oder leicht geneigter Dämmstreifen verlegt. Eine Schirmdämmung ist so zu dimensionieren, dass es im Eckbereich unter der Dämmung der Bodenplatte innen (falls keine Dämmung unter der Bodenplatte verlegt ist, wird die Bodenplatte innen gedämmt) nicht zur Schimmelbildung kommt bzw. dass zumindest Tauwasserfreiheit erreicht wird. Die genaue Auslegung ist nur mit Hilfe einer Wärmebrückensimulation möglich.

Eine Schirmdämmung kann sowohl im Bereich der Sanierung als auch im Neubau zum Einsatz kommen. Bei Neubauten kommt es vor, dass aus Kostengründen auf eine Dämmung unter der Bodenplatte verzichtet wird.



### ***Das Passivhaus in der Praxis – Teil 3: Wärmebrückenfreie Ausführung***

Länge: 9.12 Min.

Setting: Vortrag (bzw. Simulation eines Vortrags) für die Örtliche Bauaufsicht; Aufnahmeort: Büro Schöberl&Pöll GmbH

Mehrere Beispiele für Details im Zusammenhang mit Minimierung von Wärmebrücken werden erläutert:

- Kellerdecke zu Tiefgarage: Hier ist eine Kragendämmung entlang von Kellerwänden, die die durchgehende Wärmedämmung an der Unterseite der Kellerdecke unterbrechen, anzubringen.
- Ein kritischer Punkt ist die Befestigung von Metallteilen, die die Dämmebene durchdringen. Diese Metallteile müssen thermisch entkoppelt werden. Zwei Produkte für diese thermische Entkopplung werden gezeigt: Purenit (Recyclingkunststoff), Compacfoam (zusammengepresstes Styropor, gibt es in verschiedenen Festigkeitsklassen). Empfohlen wird 4 cm Dämmstoffdicke für eine ausreichende thermische Entkopplung.
- Ein Kemper-Ventil ist eine (in der Regel) frostsichere Armatur, da hier das Ventil weiter hinten abgedreht wird und das Wasser davor abfließen kann. Wird ein derartiges Ventil in ein Wärmedämmverbundsystem (WDVS) oder eine gedämmte Vorsatzschale (bei einem Holzbau) eingebaut, kann es dennoch zu Einfrieren des Wassers kommen, da die metallische Armatur gut wärmeleitend ist. Lösungen bestehen darin, das Kemper-Ventil in die tragende Wand hineinzusetzen (im Fall eines WDVS) oder im Fall, dass das Ventil in einer Vorsatzschale sitzt, etwas Dämmung (ca. 0,5 m<sup>2</sup>) rundherum zu entfernen, damit der Bereich um das Ventil wärmer bleibt.
- Für kleinere Gegenstände, die an der Fassade befestigt werden sollen, wie beispielsweise Lampen, gibt es kompakte Würfel, die in einem WDVS eingesetzt werden können. Für diese Würfel wird in WDVS ein entsprechender Bereich ausgeschnitten und der Würfel eingeklebt.
- Zur Befestigung seitlicher Führungsschienen bei Sonnenschutz (Raffstore) können speziell dafür entwickelte Rondellen eingesetzt werden. Ein entsprechender Bereich im WDVS wird ausgefräst, die Rondelle angeklebt, darüber genetzt und die Führungsschiene angeschraubt.

### ***Vergleich von Niedrigenergie- und Passivhausfenstern***

Länge: 3.06 Min.

Setting: Erläuterung anhand von Fenstermodellen; Aufnahmeort: Büro Schöberl&Pöll GmbH

Anhand von Modellen eines Niedrigenergiehaus- und eines Passivhausfensters werden deren Unterschiede erläutert.

Die wesentlichen Unterschiede:

- Der Rahmen beim Niedrigenergiehausfenster ist nicht gedämmt, während er beim Passivhausfenster gedämmt ist. (Es werden diesbezüglich zwei Varianten der Dämmung des Fensterrahmens gezeigt.)
- Ein Niedrigenergiehausfenster hat zwei Dichtungsebenen, während das Passivhausfenster drei Dichtungsebenen aufweist.



Bezüglich der Qualität der Verglasung hat das Niedrigenergiehausfenster aufgeholt, auch hier wird bereits in der Regel eine Drei-Scheibenverglasung eingesetzt.

Passivhausfenster kosten um etwa 30% mehr als Niedrigenergiehausfenster.

### **Detail: Attika**

Länge: 5.07 Min., Bezug auf Kap. 2.6.1 im Gewerkeraster)

Setting: Erläuterung anhand einer Skizze aus dem „Baumeisterhandbuch“; Aufnahmeort: Büro Schöberl&Pöll GmbH

Bei einer Attika kann die Dämmung beim Anschluss Außenwand an Flachdach nicht durchgängig durchgezogen werden, da hier eine Tragkonstruktion für einen Rost benötigt wird. Durchbetonieren von der Stahlbetondecke zum Betonrost wäre die Variante mit der größten Wärmebrückenwirkung.

Zwei Varianten zur Verringerung/Vermeidung der Wärmebrückenwirkung werden vorgestellt:

- Ziegel mit Perlite-Füllung zwischen Stahlbetondecke und Betonrost
- 3-schichtige Massivholzplatte, die entlang von Mauerwerk und Decke befestigt und bis zum Rand der Attika hochgezogen wird

Besprochen werden weiters die durch Kies geschützte Feuchteabdichtung und die Lage der luftdichten Ebene.

Die Unterseite der Stahlbetondecke und der Innenputz der Ziegelwand bilden die luftdichte Ebene. Wichtig ist die Herstellung eines luftdichten Anschlusses zwischen Ziegelwand und Stahlbeton sowie der Einsatz von luftdichten Steckdosen im Bereich der Außenwand.

Eine XPS-Dämmplatte kann als Schutz der Feuchteabdichtung vor UV-Strahlung eingesetzt werden. Falls keine Dämmplatte eingesetzt wird, ist eine beschieferte Feuchteabdichtung zu verwenden.

### **Fenstereinbau – Sanierungsfall**

Länge: 9.06 Min., Bezug auf Kap. 2.2.5, 2.9.9 im Gewerkeraster

Setting: Erläuterung anhand eines Modellaufbaus; Ort: Wien Energie Haus

Während das alte Fenster in der Regel in der Mitte der Außenwand gelegen ist, ist im Sanierungsfall zu empfehlen, das neue Fenster an die Außenkante der Außenwand zu setzen. So kann auch der Fensterrahmen überdämmt werden.

Für die Abdichtung (Luftdichtheit) wird im gezeigten Modell Rundschnur und Dichtmasse verwendet. Durch Verwendung der Rundschnur kann erreicht werden, dass die Verbindung Dichtstoff zu Wand bzw. Fenster nicht abreißt. Alternativ zu Dichtstoff und Rundschnur können auch Klebebänder zum Herstellen ausreichender Luftdichtheit eingesetzt werden. Damit die Dichtstoffe oder Klebebänder ausreichend haften, sollte der Anschlussbereich mit einem Glattstrich versehen sein.

Anputzleisten ermöglichen einen sauberen Anschluss des Putzes und geben durch das eingearbeitete Gewebepband dem Putz Festigkeit. Die Schlagregensicherheit zwischen Fenster und Wärmedämmung wird durch ein Kompriband hergestellt.

Für den schlagregendichten Einbau der Fensterbank wird auf verfügbare Anleitungen im Internet verwiesen.

Die Frage, ob das Fenster auch noch weiter vor (d.h. in die Dämmebene) gesetzt werden könnte, wird besprochen. Dies ist erst bei sehr hohen Dämmstoffdicken ( $> 20$  cm) zu überlegen. In diesem Fall bräuchte man einen Blindrahmen für die Montage.

Bei großen Dämmstoffdicken ist ein Abschrägen der Dämmung entlang der Laibung zur Erhöhung des Lichteinfalls zu empfehlen.

### ***Fenstereinbau im Sanierungsfall – Prinzipskizzen***

Länge: 7.19 Min., Bezug auf Kap. 2.9.9 im Gewerkeraster)

Setting: Erläuterung anhand von Prinzipskizzen; Ort: Wien Energie Haus

Der Fenstereinbau im Sanierungsfall, der auch bereits anhand eines Modells erklärt wurde (siehe Film Fenstereinbau – Sanierungsfall), wird anhand von Prinzipskizzen erläutert.

Es werden zwei Fälle unterschieden: Abdichten mit Luftdichtheitsbändern, Abdichten mit Dichtmasse und Rundschnur.

Zur Verbesserung des Lichteinfalls wird ein Abschrägen oder Abstufen (bei zweilagiger Dämmung) der Laibung empfohlen. Eine an der Donau-Universität Krems erstellte Masterarbeit hat gezeigt, dass durch das Abschrägen oder Abstufen der Laibung kein relevanter Wärmebrückeneffekt entsteht.

Wenn ein Sonnenschutz vorgesehen wird und auch abgeschrägt bzw. abgestuft wird, ist der Sonnenschutz entsprechend höher zu montieren, rund um dem Sonnenschutz ist der Einsatz von Vakuumdämmplatten zu empfehlen.

Der Sinn der Verwendung einer Rundschnur im Fall der Kombination Dichtmasse/Rundschnur wird erläutert. Würde die Dichtmasse ohne Rundschnur eingebracht, entstünde ein rechtwinkliger Querschnitt der Dichtmasse, was dazu führen könnte, dass die Dichtmasse an der schwächsten Stelle (dort, wo sie anklebt) abrisse. Durch Einlegen einer Rundschnur ist der Querschnitt der Dichtmasse in der Mitte am geringsten, die Dichtmasse wird sich hier bewegen, während eine größere Anwirkfläche der Dichtmasse an Putz und Fensterrahmen für eine stabilere Verbindung sorgt.

### ***Leichtbau-Wandelement mit Fensteranschluss***

Länge: 9.53 Min.

Setting: Erläuterung anhand eines Modellaufbaus; Ort: Wien Energie Haus

Das Modell einer Leichtbauwand (Holzriegelkonstruktion) mit einem Fensteranschluss in passivhaustauglicher Ausführung wird erläutert. Der Schichtaufbau von innen nach außen ist folgendermaßen: Gipskartonplatte, Holzwolle-Leichtbauplatte als Installationsebene, OSB-Platte (Luftdichtheitsebene), 42 cm Zellulosedämmung, MDF-Platte (Mitteldichte Faserplatte), Lattung (Hinterlüftungsebene), Holzfassade.

Vorteile der hinterlüfteten Konstruktion sind, dass Feuchtigkeit konvektiv abtransportiert werden kann und im Zwischenraum eine gemäßigte Temperatur herrscht, wodurch Temperaturspannungen reduziert werden. Leichtbaukonstruktionen müssen aber nicht notwendigerweise hinterlüftet sein.

Zum Fenster hin ist das Wandelement mit Holzbox-Trägern (teilweise mit Holzfaserdämmung gedämmt) abgeschlossen, der Fensterrahmen ist ebenfalls mit Holzfaserdämmstoff überdämmt. Das Fenster ist mit Klebebändern luftdicht angeschlossen, die Fuge zwischen Fensterrahmen und Wandelement ist mit einem Baumwollzopf ausgefüllt.

In die Holzriegelkonstruktion können verschiedene Dämmstoffe eingebracht werden: Zellulose, fasrige Dämmstoffe wie Mineralwolle, Flachs oder Hanf, Schafwolle, Holzfaserdämmstoffe, Stroh. Bei Stroh ist zu beachten, dass dieses Material eine höhere Wärmeleitfähigkeit als andere Dämmstoffe aufweist, weshalb die Konstruktion dicker auszuführen ist. Der Einsatz von EPS in der Holzriegelkonstruktion ist nicht zu empfehlen; die EPS-Platten müssten eingeschnitten sein, um Fugenbildung zu vermeiden.

Aspekte des Brandschutzes bei Leichtbaukonstruktionen werden erörtert. Im Ein- und Zweifamilienhaus können Brandschutzanforderungen durch Putz oder Gipskartonplatten erfüllt werden, für Hochhäuser (ab 21 m) dürfen nur nicht-brennbare Materialien eingesetzt werden. Bei Gebäuden dazwischen gibt es je nach Bauordnung unterschiedliche Vorgaben. Eine Möglichkeit, Brandschutzanforderungen einzuhalten, ist ein dickeres Ausführen der Holzkonstruktion (in 30 Minuten brennt eine etwa 1,8 cm dicke Holzschicht ab).

Es gibt auch Beispiele von Gebäuden, bei denen vorgefertigte Fassadenelemente, in die Fenster integriert sind, bestehenden Massivwänden vorgesetzt werden.

### ***Varianten der Kellerdämmung***

Länge: 4.42 Min.

Setting: Erläuterung anhand eines Modellaufbaus; Ort: Wien Energie Haus

Zwei Varianten der Dämmung eines beheizten Kellers werden erläutert: 1. Dämmung innen auf der Bodenplatte und entlang der Außenwand bis zur Fundamentunterkante (Perimeterdämmung); 2. Umlaufende Dämmung (Außenwand, unter der Bodenplatte). Die erste Variante ist nicht wärmebrückenfrei.

Keller im Bestand haben bisweilen eine geringe Raumhöhe, daher kann es hier sinnvoll sein, die (meist dünne) Bodenplatte abzugraben, um Platz für eine Wärmedämmung zu schaffen. Es sollte aber nicht unter die Fundamentunterkante abgegraben werden.

Wenn der Keller nicht beheizt werden soll, kann die Kellerdecke auf der Unterseite gedämmt werden. Es gibt Dämmsysteme, bei denen die Dämmplatten einfach angedübelt werden. Zu beachten ist, dass im Keller entlang der Außenwand auch eine Hals- bzw. Kragendämmung (40-50 cm nach unten) montiert werden soll, um die Wärmebrückenwirkung zu reduzieren.

### ***Dämmung der Dachschräge***

Länge: 10.35 Min.

Setting: Erläuterung anhand eines Modellaufbaus; Ort: Wien Energie Haus

Anhand eines Modells der Dämmung einer Dachschräge, das allerdings nicht mehr dem aktuellen Standard entspricht, werden verschiedene Aspekte der Dämmung im Dachbereich besprochen. Im Modell befindet sich oberhalb der Dämmung eine Hinterlüftungsebene. Dadurch kann aber Wind eindringen und die Dämmwirkung verringert werden. Diese Hinterlüftungsebene wurde früher deshalb gebaut, um ein Abtransportieren von Feuchtigkeit, die eventuell in die Dämmung eindringt, zu ermöglichen, da ein weiteres Ausdiffundieren durch die Unterspannbahn nicht möglich war, die damals noch nicht ausreichend diffusionsoffen hergestellt werden konnte. Früher wurden allerdings auch Dampfbrems- bzw. Luftdichtheitsfolien nicht oder weniger sorgfältig abgeklebt (insb. Verbindung der Folie mit der Außenwand).

Im Gegensatz dazu wird heute der gesamte Sparrenbereich ausgedämmt bei nach außen/oben hin diffusionsoffenem Aufbau. Diese diffusionsoffene Unterspannbahn ist auch die zweite Dichtungsebene (nach der Dachhaut). Die Dampfbremse ist auf der Innenseite anzubringen und sorgfältig mit dem Mauerwerk zu verbinden.

Feuchteadaptive Dampfbremsen sind günstig, dadurch kann im Sommer gegebenenfalls Feuchtigkeit aus der Dämmung in den Raum abgeführt werden, während im Winter die dampfbremsende Wirkung gegeben ist und das Eindringen von Wasserdampf von der Rauminnenseite in die Dämmung gebremst wird.

### ***Dämmung der Dachschräge – Sanierungsfall (Prinzipskizzen)***

Länge: 10.24 Min.

Setting: Erläuterung anhand von Prinzipskizzen; Ort: Wien Energie Haus

Im Sanierungsfall kann die Dämmung als Aufsparrendämmung oder als Zwischensparrendämmung (auf der Innenseite) ausgeführt werden. Beide Varianten werden anhand von Prinzipskizzen (Darstellung des Schichtaufbaus) dargestellt und erläutert.

Wenn ein ausgebautes Dachgeschoß vorhanden ist, das eventuell auch bewohnt wird, ist die Aufsparrendämmung eine sinnvolle Option, insbesondere dann, wenn die Dachhaut ohnehin saniert werden soll. Zuerst wird in diesem Fall der Bereich zwischen den existierenden Sparren ausgedämmt: auf einer dünnen Dämmschicht, welche Nägel abdeckt, die in den Sparrenbereich hineinragen können, und auch als Installationsebene geeignet ist, wird eine Dampfbremse verlegt; dann wird der restliche Raum zwischen den Sparren gedämmt. Darüber wird die eigentliche Aufsparrendämmung montiert, zu diesem Zweck kann eine Schalung auf den Sparren befestigt werden oder es wird eine durchtrittsfeste Aufsparrendämmung verwendet. Durch eine Aufsparrendämmung können U-Werte von unter  $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  im Sanierungsfall erreicht werden. Eine statische Überprüfung der Dachkonstruktion durch einen Zimmerer ist vor Ausführung einer Aufsparrendämmung zu empfehlen.

Im Fall einer Zwischensparrendämmung ist zunächst seitlich an den Sparren unterhalb der bestehenden Dachlattung eine zusätzliche Lattung vorzusehen, an der eine Unterspannbahn nachträglich fixiert werden kann.

Für das Anbringen der Dämmung gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Es wird ein Hohlraum hergestellt, in den Zellulosedämmung eingeblasen werden kann. Für die Herstellung des Hohlraums wird entlang der Sparren ein Staffelholz angeschraubt, das zur Befestigung der Dampfbremse bzw. einer Kombination aus OSB-Platte und Dampfbremse dient.
2. Die Dämmung wird mehrlagig verlegt: eine Lage zwischen den Sparren, eine zweite Lage quer dazu unterhalb. Unter der Dämmung ist auch in diesem Fall eine Dampfbremse zu befestigen.

Unterhalb der Dampfbremse sieht der Schichtaufbau folgendermaßen aus: Gipskartonplatte (aus Brandschutzgründen), Lattung oder C-Profile (dadurch entsteht eine Installationsebene, die auch mit Dämmstoff ausgefüllt werden kann), raumabschließende Beplankung.

Insgesamt sollte eine Dämmstoffdicke von 30 bis 40 cm erreicht werden.

### 4.2.2 Thermographie

#### **Anwendungen von Außenthermographie**

Länge: 3.00 Min, Bezug auf Kap. 2.6.20 im Gewerkeraster

Setting: Erläuterung anhand eines Thermographiebildes am Computerbildschirm; Aufnahmeort: Büro energieautark consulting gmbh

Die Einsatzzwecke von Außenthermographie werden kurz vorgestellt: Zählen der Dübel (wurden ausreichend Dübel befestigt?); Finden von Fugen; Beurteilung, ob Gebäude luft- oder winddicht gebaut ist (bei Anlegen von Über- oder Unterdruck).

Zum Auffinden bzw. zum Beurteilen von Wärmebrücken ist Außenthermographie nicht geeignet (auch wenn dies oft fälschlicherweise so gesehen sind).

Eine Thermographie-Aufnahme (Gegenüberstellung eines thermisch sanierten Altbaus und eines unsanierten Altbaus mit einer Gründerzeitfassade) wird besprochen. Es sieht so aus, als wären die neuen Fenster gleich schlecht wie die alten; dies liegt jedoch am Effekt der Abstrahlung gegen den Nachthimmel.

Das Mauerwerk bei der Gründerzeitfassade ist um 2,5 Grad wärmer im Vergleich zur Fassade des sanierten Altbaus, an dem ein Wärmedämmverbundsystem (WDVS) angebracht wurde. Diese relativ großen Temperaturunterschiede sind jedoch aufgrund des geringeren Wärmeflusses von innen nach außen bei der gedämmten Fassade nur zum Teil erklärbar. Einen wesentlichen Anteil an diesem Effekt hat auch der Umstand, dass der Putz an der WDVS-Fassade rasch abkühlt, während in der ungedämmten Gründerzeitfassade die Wärme länger gespeichert wird.

### ***Interpretationsgrenzen von Außenthermogrammen***

Länge: 5.27 Min, Bezug auf Kap. 2.6.20 im Gewerkeraster)

Setting: Erläuterung anhand eines Thermographiebildes am Computerbildschirm und einer Zeichnung am Flipchart; Aufnahmeort: Büro energieautark consulting gmbh

Mit der Anwendung von Außenthermographie wird oft die falsche Erwartung verbunden, dass jene gesicherte Aussagen darüber liefern kann, an welchen Stellen ein Gebäude viel oder wenig Wärme verliert und wo daher mit Sanierungsmaßnahmen primär angesetzt werden sollte.

Eine Außenthermographie misst die Oberflächentemperatur („teures Fieberthermometer“), davon kann man aber den Wärmestrom durch ein Bauteil nicht ableiten, dazu müsste eine Wärmestrommessung gemacht werden.

Ein Bild einer Außenthermographie wird gezeigt. Die manipulative Wirkung der Einstellung der Farbskala wird demonstriert (diese Skala kann so eingestellt werden, dass „alles rot“ aussieht, also so aussieht, als wäre überall ein hoher Wärmestrom, oder aber auch, dass das Bild so aussieht, als fände ein nur geringer Wärmestrom nach außen statt). Es sind sehr große Temperaturunterschiede bei unterschiedlichen Außenflächen zu erkennen. Diese Temperaturunterschiede sind nicht auf unterschiedlich gedämmte Bauteile zurückzuführen, sondern auf die Strahlungsverhältnisse in der Nacht. Zum Nachthimmel exponierte Außenflächen strahlen zum kalten Nachthimmel (-50 °C) hin ab, ohne gleichzeitig selbst relevante Wärmestrahlung zu empfangen, und kühlen deshalb deutlich ab, während die Unterseiten auskragender Bauteile nicht zum Nachthimmel abstrahlen und vom Erdboden und von Gebäudeoberflächen unter ihnen vermehrt Wärmestrahlung empfangen und deshalb wärmer sind.

### ***Thermographie und Wärmebrückensuche***

Länge: 4.36 Min, Bezug auf Kap. 2.6.20 im Gewerkeraster)

Setting: Erläuterung anhand einer Zeichnung am Flipchart; Aufnahmeort: Büro energieautark consulting gmbh

Die Bewertung eines Bauteils (Wärmebrückenwirkung, Wärmestrom) mit Thermographie kann nur von innen erfolgen (Innenthermographie).

Voraussetzungen für die thermographische Innenaufnahme mit der Aufgabe, Wärmebrücken zu finden:

1. Herstellen einer thermisch stationären Situation vor Beginn der Aufnahme: d.h. längere Zeit konstante Innentemperatur von z.B. 20 Grad herstellen, es stellen sich dann auch konstante Temperaturen an den Innenoberflächen ein.
2. Durchführen einer Wärmebrückensimulation (diese liefert rechnerische Werte für die Temperaturen an den Innenoberflächen bei bekannten Bauteilaufbauten).

Dann können die Messergebnisse mit den rechnerischen Werten verglichen werden. Falls sich hier Unterschiede ergeben (wie geringere Temperatur bei der Messung), ist das ein Hinweis darauf, dass der Bauteil schlechter gedämmt ist, als er sein sollte.



An den Innenoberflächen gehen Temperaturänderungen langsam vor sich, während die Temperaturänderungen außen sehr rasch sein können. Der Wärmestrom nach außen bleibt trotz starker Temperaturschwankungen an der Außenseite weitgehend konstant.

Innenthermographie kann auch dazu eingesetzt werden, um lokale Fehlstellen bei der Dämmung (z.B. geringere Dämmung in einem Gefach bei Dämmung in einer Holzkonstruktion) zu erkennen. Man sieht in diesem Fall bei einer sonst homogenen Fläche einen Bereich niedrigerer Temperatur.

### ***Thermographie und Sanierung***

Länge: 3.13 Min, Bezug auf Kap. 2.6.20 im Gewerkeraster)

Setting: Interview; Aufnahmeort: Büro energieautark consulting gmbh

Der Einsatz von Thermographie bei thermischen Sanierungen als Entscheidungshilfe, ob eine thermische Sanierung gemacht werden soll oder nicht, ist nicht sinnvoll. Wie Bestandsgebäude gebaut wurden und dass diese in der Regel nicht wärmedämmend sind, ist ja bekannt. Die grundsätzliche Sinnhaftigkeit einer thermischen Sanierung lässt sich besser an der Höhe der Heizkosten bzw. des Heizenergieverbrauchs einschätzen.

Eine sinnvolle Messaufgabe bei Altbauten ist die Strukturanalyse, d.h. z.B. festzustellen, aus welcher Struktur das Mauerwerk besteht (Mischmauerwerk, Felssteine, oder nur kleine Ziegel eingebaut, etc.).

Thermographie kann (in Kombination mit Luftdichtheitsmessungen) zur Qualitätskontrolle im Zuge von thermischen Sanierungen bzw. generell eingesetzt werden, wichtig ist allerdings in diesem Zusammenhang die Definition der jeweilige(n) Messaufgabe(n). Mögliche Messaufgaben sind: Suchen von Fugen in einem Wärmedämmverbundsystem (WDVS); Feststellung, ob WDVS hinterlüftet ist; Feststellung, ob Fensterlaibungen ausreichend gedämmt sind. Diese Messaufgaben beziehen sich auf das Stadium der Ausführung oder den Zeitraum kurz danach.

### **4.2.3 Sommertauglichkeit**

#### ***Sommertaugliches Planen und Bauen – Das Prinzip Vermeidung***

Länge: 3.18 Min.

Setting: Interview mit Einblendungen von ergänzenden/erläuternden Bildern; Aufnahmeort: Büro Schöberl&Pöll GmbH

Das Vermeiden sommerlicher Überwärmung ist dadurch zu erreichen, dass erstens möglichst verhindert wird, dass im Sommer solare Energie ins Gebäude eindringt und dass zweitens die inneren Lasten (= Produktion von Wärme im Rauminnen) möglichst reduziert werden.

Das Eindringen von Sonnenenergie ins Gebäude kann einerseits durch außenliegende Verschattung, andererseits durch hohe Dämmstoffdicken (Dämmung des Daches bei Dachgeschoßausbauten) verhindert bzw. zumindest reduziert werden.

Zur Minimierung der inneren Lasten ist auf den Einsatz von Geräten mit möglichst geringem Stromverbrauch (z.B. Fernseher, Haushaltsgeräte, Bürogeräte) zu achten.

### ***Außenliegender Sonnenschutz – Varianten, Wärmebrückenfreiheit, Luftdichtheit***

Länge: 8.13 Min.

Setting: Erläuterung anhand eines Modellaufbaus (Leichtbauwand mit eingebautem Fenster und vorgesetztem Raffstore); Ort: Wien Energie Haus

Während nach Süden mit Dachvorsprung, Balkon oder Markise abgeschattet werden kann, ist für die Ost- oder Westseite ein senkrechter Sonnenschutz notwendig, weil hier die Sonnenstrahlung am Vormittag oder am Abend weit in den Raum eindringt und so zu einer Überhitzung führen kann.

Mit einem Raffstore kann das Eindringen der Solarstrahlung vermieden bzw. reduziert werden, während gleichzeitig noch eine Belichtung des Raums gegeben ist. Ein geschlossener Rolladen ist der bessere Einbruchsschutz, aber im Raum ist es damit bereits relativ dunkel.

Um die Wärmebrückenwirkung des Kastens, in dem der Sonnenschutz montiert ist, zu verringern, kann der Sonnenschutz entweder vor die Fassade gesetzt werden, oder falls er in die Wärmedämmung integriert wird, sollte um den Kasten herum ein hochwertigerer Dämmstoff (Vakuumdämmung) angebracht werden. Falls der Sonnenschutz vor die Fassade gesetzt wird, hat das den Vorteil, dass dadurch noch eine Hinterlüftungsebene entsteht.

Ein Insektenschutzgitter ist leichter zu montieren, wenn der Sonnenschutz in der Dämmebene angebracht ist. Möglich ist auch, ein Insektenschutzgitter direkt am Fensterrahmen zu montieren.

Verschiedene Möglichkeiten, Durchdringungen von Leitungen (wie beispielsweise auch Elektroleitungen für den Betrieb des Sonnenschutzes) luftdicht auszuführen, werden erläutert.

#### **4.2.4 Luftdichtheit**

### ***Luftdichte Rohrdurchführung ungedämmter Rohre und Kabel***

Länge: 6.21 Min., Bezug auf Kap. 2.9.2 im Gewerkeraster

Setting: Erklären von Fotos am Bildschirm, Erläuterungen von Produkten anhand eines Modellaufbaus  
Aufnahmeorte: Büro Hausmann, Böheimkirchen; Passivhaustagung 2013, Frankfurt

Mangelhafte Ausführungen bei der Durchführung von ungedämmten Rohren und Kabeln bestehen darin, dass das Rohr einfach „wild“ abgeklebt wird oder indem um die Rohre herum ausgeschäumt wird. Es werden Beispiele für derartige mangelhafte Ausführungen gezeigt. Wenn hier Fehler gemacht werden, die erst bei der Luftdichtheitsmessung erkannt werden, sind diese nachträglich schwer zu beheben.

Empfehlenswert ist die Verwendung von Manschetten, um die Luftdichtheit von (ungedämmten) Rohren und Kabeln herzustellen, welche gezeigt werden. Es gibt verschiedene Arten von Manschetten mit EPDM-Gummis, die über das Rohr geschoben werden (wie Leerrohr-Manschetten oder Kabelmanschetten für einzelne oder mehrere Leerrohre oder Kabel). Es gibt auch Kabel- oder

Leerrohrmanschetten für den nachträglichen Einbau. Für Durchführungen an Außenbetonwänden sind RDS Durchführungen zu empfehlen.

Auf die planerische Regel, möglichst wenige Durchdringungen an möglichst wenigen Stellen vorzusehen, wird hingewiesen.

### ***Die luftdichte Durchführung gedämmter Rohre***

Länge: 8.41 Min., Bezug auf Kap. 2.9.2 im Gewerkeraster

Setting: Erklären von Fotos am Bildschirm, Erläuterungen von Produkten anhand eines Modellaufbaus

Aufnahmeorte: Büro Hausmann, Böheimkirchen; Passivhaustagung 2013, Frankfurt

Undicht kann es zwischen Rohrdämmung und Rohr sowie zwischen Rohrdämmung und anliegender Wand werden. Es werden verschiedene Negativ-Beispiele gezeigt.

Anhand einer Prinzipskizze wird erklärt, wo bei einer vertikalen Durchführung eines gedämmten Rohres abzudichten ist.

Eine Möglichkeit, Luftdichtheit bei gedämmten Rohren herzustellen, besteht darin, die Dämmung mit Kabelbindern an das jeweilige Rohr anzuklemmen.

### ***Luftdichte Rohrdurchführung vertikal laufender Rohre***

Länge: 4.49 Min., Bezug auf Kap. 2.9.1 im Gewerkeraster

Setting: Erklären von Fotos am Bildschirm, Erläuterungen von Produkten anhand eines Modellaufbaus

Aufnahmeorte: Büro Hausmann, Böheimkirchen; Passivhaustagung 2013, Frankfurt

Die wesentliche planerische Regel besteht darin, möglichst wenige Durchdringungen an möglichst wenigen Stellen vorzusehen. Günstig ist eine Durchdringung in der Bodenplatte, die vergossen werden kann.

PU-Schaum ist für abdichtende Maßnahmen nicht geeignet. Problematisch ist, wenn es viele Durchdringungen gibt und wenn Leitungen in einem (zu) kleinen Technischacht eng beeinanderliegen.

Folgende Lösungen sind empfehlenswert:

- 1) Anbringen einer steifen Dämmplatte oder Holzplatte als Schalung, Erstellen von Bohrungen für die jeweiligen Leitungen, Ausgießen der Durchführung mit Fließestrich oder Abkleben der einzelnen Leitungen mit dehnbaren Klebebändern (nur bei Holzplatte sinnvoll).
- 2) Ausschäumen der Hohlräume mit Weichzellschaum, Abschneiden der überschüssigen Schaumteile, Spachteln der Fläche mit spezieller Dichtmasse
- 3) Herstellen von Brandabschlüssen aus Weichschott oder Brandschutzmörtel. Hinsichtlich der Luftdichtheit sind jene Art von Brandschotts nicht geeignet, die erst im Brandfall ihre Dichtheit erreichen. Die dritte Variante ist im Gegensatz zu den ersten beiden bei Bestehen von Brandschutzanforderungen geeignet.

### ***Die Luftdichtheit von Brandschutzmanschetten und Brandschotts***

Länge: 2.27 Min, Bezug Kap. 2.9.1 im Gewerkeraster)

Setting: Erklären von Fotos am Bildschirm, ergänzende Standbilder

Aufnahmeort: Büro Hausmann, Böheimkirchen

Eine Brandschutzmanschette drückt im Brandfall das Rohr durch Aufblähen nach innen ab („Rohrwürgemanschette“). Hier ist die Industrie gefordert, geeignete luftdicht einbaubare Brandschutzmanschetten zu entwickeln.

Ein Weichschott besteht aus Steinwolle mit einem Überdeckungsanstrich, der als Brandschutz wirkt. Ein Weichschott ist jedoch nicht notwendigerweise luftdicht (Aussage im Film: Weichschotts sind zu 50% nicht luftdicht).

Im Falle eines Hartschotts wird die Restöffnung zwischen Deckendurchbruch und Rohrleitungen mit Brandschutzmörtel verfüllt. Hartschotts sind in der Regel luftdicht.

### ***Die luftdichte Rohrdurchführung in Ecken***

Länge: 3.21 Min.

Setting: Erklären von Fotos am Bildschirm, Vortrag

Aufnahmeort: Büro Hausmann, Böheimkirchen; Pädagogische Hochschule Innsbruck (Vortrag)

Rohrdurchführungen in Ecken sind dann problematisch, wenn nicht ausreichend Platz für eine luftdichte Abdichtung gelassen wird (Zwischenräume können schwer erreicht und daher abgedichtet werden). Dies ist also in der Planung entsprechend zu berücksichtigen.

Wenn nicht sorgfältig geplant wurde, kann noch versucht werden, mit Schaum oder durch Verspachteln Luftdichtheit zu erreichen, aber ohne Erfolgsgarantie. Beim Spachteln ist wichtig, dass der Handwerker eine entsprechend schmale Spachtel verwendet.

### ***Luftdichtheitsmessung – Grundlagen***

Länge: 7.08 Min., Bezug auf Kap. 2.9.12 im Gewerkeraster

Setting: Erläuterung vor einem Gerät zur Luftdichtheitsmessung (Messestand); Aufnahmeort: Messe während der Passivhaustagung 2013, Frankfurt.

Das grundsätzliche Prinzip der Luftdichtheitsmessung wird anhand des aufgebauten Geräts und einer eingeblendeten Skizze erklärt. Bei definiertem Über- oder Unterdruck wird der Leakage-Volumenstrom gemessen und der Bezug zum Gesamtvolumen hergestellt. Relevant für die Passivhausprojektierung bzw. die Einhaltung der Passivhauskriterien ist der n<sub>50</sub> Wert (Leakage-Volumenstrom durch Gebäudevolumen bei 50 Pascal Über- oder Unterdruck; ermittelt durch mehrere Messungen bei verschiedenen Drücken und Erstellen einer Regressionsgerade).

Nach Erläuterung des grundlegenden Prinzips der Luftdichtheitsmessung werden noch verschiedene weitere Aspekte besprochen:

- Bedeutung der Leckagensuche.

- Faustformel, um aus dem gemessenen n50-Wert auf die Gesamtfläche der Leckage zurückzurechnen.
- Hinweis darauf, dass man durch den Test keine Aussage über die Verteilung der Leckagen über die Gebäudehülle und die Größe der Leckagen (z.B. wenige große oder viele kleine Leckagen) hat.
- Erörterung, wo der Ventilator eingebaut werden kann und wann im Bauablauf gemessen werden sollte. Empfehlung, den Ventilator in die Terrassentür einzubauen, sie ist meist sehr dicht. Oder aber in der Eingangstür, denn der Ventilator samt Einbaufolie ist selbst ein wenig undicht und spiegelt damit das Verhalten einer realen Tür wider.
- Die Stift-Regel für die Luftdichtheit wird erläutert (man sollte mit einem Stift die luftdichte Ebene rund um das Gebäude ohne Unterbrechungen ziehen können). Schlüsselfrage am Beispiel Keller: Ist er innerhalb oder außerhalb der luftdichten Ebene?

### **Das Passivhaus in der Praxis - Teil 4: Luftdichtheit – Ausführungsbeispiele**

Länge: 22.37 Min., Bezug auf Kap. 2.9.1, 2.9.2, 2.9.13 im Gewerkeraster

Setting: Vortrag (bzw. Simulation eines Vortrags) für die Örtliche Bauaufsicht; Aufnahmeort: Büro Schöberl&Pöll GmbH

Zuerst wird auf die Bedeutung dessen hingewiesen, dass es einen Plan mit der eingezeichneten luftdichten Ebene auf der Baustelle gibt (der Baupolier muss einen derartigen Plan verfügbar haben). Im Bereich der luftdichten Ebene müssen die verschiedenen Gewerke, die hier Arbeiten durchführen (wie Elektriker, Haustechniker) besonders sorgfältig vorgehen.

Anschließend wird ein Bild mit zwei Fehlern gezeigt (Verklebungen von Luftdichtheitsbändern bei Fenstern).

Der erste Fehler besteht darin, dass ein Winkel zur Fixierung eines Fenster zu wenig breit überklebt wurde (Band soll 5 – 6 cm ungestört kleben).

Beim zweiten Fehler wurde der Übergang von Materialien nicht sorgfältig genug abgeklebt, sodass hier Luft eindringen kann. Man müsste in diesem Beispiel die Verklebung entlang der Kante aufschneiden und sorgfältig über die Kante kleben.

Weiters ist die Anwendung eines Primers (Voranstrich) wichtig, um Staub zu binden und so für entsprechende Klebewirkung der Bänder zu sorgen.

Verschiedene Luftdichtheitsbänder (mit unterschiedlichen Qualitäten) werden gezeigt. Wichtigstes Kriterium für Test auf der Baustelle: Kann man das Klebeband herunterreißen?

Luftdichte Durchführung von gedämmten Heizungs- oder Warmwasserrohren an einer Decke (z.B. Kellerdecke) werden besprochen. Es gibt diesbezüglich zwei Möglichkeiten:

1. Kabelbinder um die Dämmung zurren. Vor dem Ausgießen der Decke sollte ein Dokumentationsfoto erstellt werden.
2. Anbringen eines Weichschotts, der direkt an der Rohrleitung anliegt. Die Dämmung muss dort, wo der Weichschott anliegt, aufgeschnitten werden. Es wird auch hinterfragt, ob ein Weichschott überhaupt luftdicht ist. Empfehlung: zweimaliges Netzen des Weichschotts.

Generell ist ein ausreichender Abstand der Rohre wichtig, um Luftdichtheit herzustellen. Andernfalls entstehen kleine Zwischenräume zwischen den Rohren, die für Abdichtungsarbeiten schwer erreicht werden können.

Das Thema luftdichter Durchdringungen von Elektroleitungen wird besprochen. Es sollte zunächst darauf geachtet werden, dass die luftdichte Ebene an möglichst wenig Stellen durchdrungen wird (z.B. durch Integration des E-Raums in die luftdichte/warme Hülle). Falls viele E-Leitungen die luftdichte Ebene durchdringen, ist die Verwendung einer Schalttafel empfehlenswert, in die für die einzelnen Kabel in definierten Abständen Löcher gebohrt werden.

### ***Das Passivhaus in der Praxis - Teil 5: Der Luftdichtheitstest***

Länge: 14.11 Min., Bezug auf Kap. 2.9.12 im Gewerkeraster)

Setting: Vortrag (bzw. Simulation eines Vortrags) für die Örtliche Bauaufsicht; Aufnahmeort: Büro Schöberl&Pöll GmbH

Es sollten mindestens zwei Luftdichtheitsmessungen bei einem Gebäude gemacht werden. Die erste Messung wird bei Einzelwohnung bzw. einem Einzelraum gemacht und dient zum Trainieren des Fenstereinbaus. Dadurch kann erreicht werden, dass ein Fenster richtig luftdicht eingebaut wird und damit wird vermieden, dass sich ein bestimmter systematischer Fehler beim Fenstereinbau durch alle Fenster eines Gebäudes hindurchzieht. Beim Musterraum sollte eine höhere Anforderung an die Luftdichtheit erfüllt werden (d.h. ein niedrigerer n50- oder q50-Wert), da sich beim Musterraum die beteiligten Gewerke noch besonders bemühen, sich aber später, nach dem Einbaus bereits vieler Fenster, sich Fehler bzw. Unachtsamkeiten einstellen können.

Die zweite Luftdichtheitsmessung betrifft die gesamte Gebäudehülle. Der Nachweis der Luftdichtheit gemäß Passivhausprojektierung oder gemäß Energieausweis bezieht sich ja auch auf die gesamte Gebäudehülle.

Wichtig ist, diese Messungen so früh wie möglich durchzuführen.

Die Luftdichtheitsmessung für das Gesamtgebäude sollte dann erfolgen, wenn die Luftdichtheitsebene noch zugänglich ist. Dann können Fehler noch ausgebessert werden. Beispielsweise bei Terrassentüren, die unter den Estrich gehen, ist vor dem Einbringen des Estrichs die Luftdichtheit zu überprüfen. Wichtig ist auch, Türen rechtzeitig vor dem Luftdichtheitstest zu bestellen, da hier lange Lieferzeiten auftreten können.

Häufige Mängel bei der Messung von Musterwohnungen werden gezeigt. Diese werden häufig zu den Nachbarwohnungen hin provisorisch mit Gipskartonplatten beplankt. Entsprechende Leckagen zu den Nachbarwohnungen sind daher zu vermeiden. Problematisch ist in diesem Zusammenhang, wenn Rohre zu dicht nebeneinander liegen oder wenn ein Rohr zu knapp an einer Wand anliegt (dann können die Abdichtungsarbeiten nicht sorgfältig genug ausgeführt werden, da die Zwischenräume zu klein sind).

An Stellen, an denen eine Gipskarton- oder OSB-Platte am Boden anliegt, ist der Boden oft rau und uneben.

Hier gilt die Empfehlung, zuerst eine Nahtpaste am Boden aufzutragen (diese stellt eine dauerhafte Verbindung mit dem Boden her), bevor mit einem Luftdichtheitsband abgeklebt wird. Es soll hier nicht gespachtelt werden, da sich die Spachtelung vom Untergrund ablösen kann.



Es wird darauf hingewiesen, dass Silikon für dauerhaft luftdichte Verbindungen nicht geeignet ist. Anstelle von Silikon sollte im Bodenbereich Nahtpaste verwendet werden (siehe oben), im Bereich von Türzargen luftdichte Schäume. Zwei geeignete Produkte (luftdichte Schäume) werden vorgestellt. Der Schaum muss benetzt werden, damit er aufgeht. Nach dem Ausschäumen muss nicht mehr über die zu dichtende Stelle gespachtelt werden.

Wenn man an einem Putz im Bereich der Innenwand ein Luftdichtheitsband anklebt, sollte dies vor Spachteln passieren und ein Klebeband verwendet werden, das überspachtelbar ist.

### ***Einbau einer Balkontür – Schwerpunkte Luftdichtheit und Schlagregendichtheit***

*Serie in 6 Teilen*

Bezug auf Kap. 2.9.9 im Gewerkeraster

Setting: Baustellenaufnahme; Aufnahmeort: Wohnung in 1140 Wien

#### ***Teil 1: Transport und Demontage***

Länge: 5.19 Min.

Die alte Balkontür wird demontiert. Im Bereich des Türstocks unten wird ein Abdeckblech weggebogen (dieses wird später noch abgeschnitten). Wichtig ist, den alten Türstock möglichst schonend zu entfernen, um beispielsweise Schäden am Putz zu vermeiden. Nachdem der unter dem Türstock sich befindende Untergrund freigelegt ist, ist klar ersichtlich, dass ein Glattstrich angebracht ist.

#### ***Teil 2: Der Glattstrich***

Länge: 3.42 Min.

Die nach der Demontage des Türstocks freigelegte Laibung wird gezeigt. Diese weist eine unregelmäßige und unebene Struktur auf.

Vor dem Glattstrich wird die Laibung besprüht, um Staub zu binden, und anschließend abgekehrt. Größere Hohlräume in der Laibung werden mit XPS-Dämmplatten ausgefüllt, kleinere Hohlräume werden ausgeschäumt. Der Mörtel für den Glattstrich wird angerührt und danach entlang der Laibung mit einer Kelle aufgetragen und mit einem Brett abgezogen, sodass eine durchgängig gerade Oberfläche entsteht.

#### ***Teil 3: Vorbereiten des Türstocks***

Länge: 3.48 Min.

Das Luftdichtheitsband wird entlang der Innenseite des Türstocks rundumlaufend verklebt. Der Überstand des Klebebands sollte etwa 5 cm betragen. In den Ecken wird das Klebeband gefaltet bzw. überlappt. Das Luftdichtheitsband weist eine Standardbreite von 7-8 cm auf und könnte auch gestückelt werden, sollte aber an der Stelle, wo es gestückelt wird, 3-4 cm überlappend verklebt werden. Nach dem

Ankleben des Luftdichtheitsbands werden Beschläge entfernt (welche später wieder eingesetzt werden) und Löcher für die Halteschrauben (Ziegelschrauben) vorgebohrt. Das Band, mit dem die Tür getragen wurde, wird entfernt.

### ***Teil 4: Einsetzen des Türstocks; Anbringen des Kompribands***

Länge: 9.33 Min.

Der Türstock wird zunächst grob mit Hilfe von Keilen eingepasst, danach wieder weggetragen. An der Innenseite der Laibung wird dort, wo danach das Kompriband angeklebt wird, ein Primer mit Hilfe einer Spachtel angebracht. Die Spachtel wird deshalb anstelle eines Pinsels verwendet, weil ein Pinsel nach dem Anstreichen mit Primer nicht mehr verwendbar wäre. Das Kompriband wird danach auf die Innenseite der Laibung (auch als „Spalette“ bezeichnet) angeklebt. Dieses Band dient zur Gewährleistung von Schlagregendichtheit.

Der Türstock wird nun unter Verwendung von kleinen Keilen genau eingepasst und eingerichtet. Oben wird der Türstock mit einer „selbstgebastelten“ Klammer fixiert. Alternativ zur Verwendung von Holzkeilen und der Klammer zum Einpassen könnten auch Luftkissen verwendet werden. Der Türstock wird mit langen Halteschrauben (Ziegelschrauben) entlang der Laibung fixiert.

Man sieht dann, dass das Kompriband nach einiger Zeit bereits etwas aufgegangen ist. Das Kompriband kann bis zu 3 cm aufgehen, ab 16 mm ist Schlagregendichtheit gewährleistet. Ab dem Moment, ab dem auf das Kompriband keine Spannung mehr wirkt, beginnt es sich auszudehnen. Nach dem Ankleben des Kompribands sollte nach maximal 10 Minuten der Türstock angedrückt werden. Das Kompriband dehnt sich nicht irreversibel aus, d.h. es kann wieder zusammengedrückt werden.

Danach wird ein voll aufgegangenes Kompriband gezeigt. Bei niedriger Temperatur dehnt sich das Kompriband langsamer aus, weshalb ggf. im Winter mit einer Heizpistole die Ausdehnung beschleunigt wird. Die Expansionsfähigkeit des Kompribands bleibt erhalten.

### ***Teil 5: Herstellen der Luftdichtheit***

Länge: 7.49 Min.

Der Zwischenraum zwischen Türstock und Laibung wird ausgeschäumt. Um die Schaummenge zu reduzieren, werden an einigen Stellen XPS-Platten eingesetzt. Bei der Aufnahme des alten Türstocks war die Sturzhöhe schwer einzuschätzen, weshalb nun oben ein größerer Zwischenraum auszufüllen ist. Das Luftdichtheitsband, das bereits vorher (siehe Teil 3) entlang des Türstocks mit demselben verklebt wurde, wird nun auch mit der Laibung verbunden. Dazu wird zuerst Dichtmasse bzw. Kleber an die (vorher glattgestrichene) Laibung aufgebracht, dann das Luftdichtheitsband an diesen Kleber angedrückt und am Rand des Bands mit einer Kelle überstrichen. Das Fixieren des Bands im Eckbereich (Ecke zwischen Sturz und Laibung) ist etwas schwieriger, man erkennt nun, warum vorher das Band an den Ecken des Türstocks überlappend als Schlaufe geklebt wurde.

Wichtig ist generell die vollflächige Verklebung mit Dichtmasse.

Problematisch im gezeigten Fall ist, dass im Bereich der Schwelle kein Glattstrich gemacht wurde. Es wird hier noch ein zweites Klebeband überlappend angebracht und mit der Dichtmasse mit dem Untergrund verbunden. Allfällige Hohlräume werden durch entsprechend hohes Aufbringen der Dichtmasse und Überstreichen nach außen geschlossen.

### **Teil 6: Abschließende Arbeiten**

Länge: 6.48 Min.

Anputzleisten werden am Türstock angeklebt. Danach wird mit dem Verputzen der Laibung begonnen. Das Streckmetall, das für eine gerade Kante und Fläche der verputzten Bereiche sorgt, wird eingesetzt und überputzt. Nach dem Verputzen wird der Klebestreifen der Anputzleisten abgezogen.

Zwischen der Verblechung an der Außenseite unten (diese Verblechung stammt noch vom alten Türstock) und dem Türstock wird ausgeschäumt. Über diese Verblechung wird ein Z-Profil eingesetzt, danach wird diese Verblechung seitlich mit Silikon abgedichtet. Weitere kleine Hohlräume an der Außenseite zwischen Laibung und Türstock werden abgedichtet. Abschließend werden die Türflügel eingehängt und eingestellt.

### **4.2.5 Passivhaus allgemein**

#### ***Das Passivhaus in der Praxis - Teil 1: Definition Passivhaus***

Länge: 10.14 Min.

Setting: Vortrag (bzw. Simulation eines Vortrags) für die Örtliche Bauaufsicht; Aufnahmeort: Büro Schöberl&Pöll GmbH

Zum Einstieg zeigt der Vortragende Bilder von vier Gebäuden und fragt, bei welchen davon es sich um ein Passivhaus handelt. Damit soll gezeigt werden, dass das Passivhaus nicht an eine bestimmte Gebäudeform bzw. Architektur gebunden ist, sondern dass es sich beim Passivhaus um einem Energiestandard handelt.

Das Grundprinzip beim Passivhaus besteht in der Verlustminimierung (d.h. der Minimierung von thermischen Verlusten) anstelle der Gewinnmaximierung (d.h. Erreichen von möglichst hohen solaren Gewinnen). Dieses Grundprinzip wird anhand der Thermoskanne veranschaulicht, welche im Vergleich zu einer Glaskanne deutlich weniger Wärmeverluste aufweist.

Die Anforderungen an ein Passivhaus (Passivhauskriterien bzgl. Heizwärmebedarf, Heizlast, Luftdichtheit und Primärenergiebedarf) werden vorgestellt und erläutert. Ein Passivhaus ist mit Hilfe des Passivhausprojekterungspakets (PHPP) zu berechnen bzw. zu projektieren – auf die Unterschiede zur Berechnung gemäß Energieausweis wird hingewiesen.

Die Anforderung bzgl. Luftdichtheit ( $n_{50} \leq 0,6/h$ ) ist für ein Einfamilienhaus relativ ambitioniert, bei mehrgeschoßigen Gebäuden ist eigentlich bereits ein  $n_{50}$ -Wert von z.B. 0,2 ein eher schlechter Wert, weshalb es projektspezifisch strengere Anforderungen diesbezüglich geben kann. Diese Unterschiede

zwischen kleinen und großen Gebäuden entstehen aufgrund des unterschiedlichen Oberflächen-Volumen-Verhältnisses. Vergleichbar hinsichtlich der Luftdichtheit werden unterschiedlich große Gebäude durch Heranziehen des q50-Werts (hier ist der Leckagevolumenstrom auf die Gebäudehüllfläche bezogen).

Auf die Bedeutung des Primärenergiekriteriums wird hingewiesen – dieses kann nur erfüllt werden, wenn energieeffiziente Haustechnik und Geräte zum Einsatz kommen. Ein zertifiziertes Passivhaus muss auch dieses Kriterium erfüllen.

### ***Das Passivhaus in der Praxis - Teil 2: Passivhaus Hauptkomponenten***

Länge: 9.32 Min.

Setting: Vortrag (bzw. Simulation eines Vortrags) für die Örtliche Bauaufsicht; Aufnahmeort: Büro Schöberl&Pöll GmbH

Die zwei Hauptkomponenten eines Passivhauses werden besprochen: sehr gut wärmegeämmte Gebäudehülle, hocheffiziente Lüftungsanlage.

Als Beispiel für die verbesserte Gebäudehülle bei einem Passivhaus wird auf die Verdübelung des Wärmedämmverbundsystems eingegangen. Allein die Dübel können bis zu 8% der gesamten Wärmeverluste bei einem Passivhaus ausmachen. Es gibt zwei Möglichkeiten einer Verdübelung, die sehr geringe Wärmeverluste verursachen bzw. praktisch wärmebrückenfrei sind: Schraubdübel („Helix“) und Klebeanker. Die Wirkungsweise dieser Produkte wird demonstriert.

Eine Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung sollte einen Wärmerückgewinnungsgrad von 80-85% aufweisen (dieser sollte aber abluftseitig und trocken gemessen werden, in Prospekten ist hingegen oft der höhere fortluftseitige Wärmerückgewinnungsgrad angegeben). Auf das im Herbst/Winter 2014 erscheinende Planungshandbuch „Hochwertige Lüftungsanlagen für Wohngebäude“ wird hingewiesen.

Um eine hohe Stromeffizienz einer Lüftungsanlage zu erreichen, ist es wichtig, dass alle Anlagenteile (wie Abluft- oder Zuluftventile) möglichst geringe Druckverluste aufweisen. Zur Berechnung der Druckverluste der Gesamtanlage sind die tatsächlichen Druckverluste der eingebauten Komponenten anzusetzen (Defaultwerte können von den tatsächlichen Werten stark abweichen). Lüftungsgeräte sind für einen bestimmten Druckbereich zugelassen, in diesem müssen sie sich bewegen, sonst sind sie sehr ineffizient, was den Stromverbrauch betrifft. Gerade der Bereich der Stromeffizienz wird bei der Anlagenplanung oft zu wenig beachtet.

### 4.2.6 Bauökologie / Materialien

#### **Ökologischer Vergleich von Dämmstoffen**

Länge: 4.08 Min.

Setting: Erläuterung anhand von zwei Modellen und der Internetplattform [www.baubook.at](http://www.baubook.at);

Aufnahmeort: Büro "die umweltberatung" Wien

Anhand von zwei Modellaufbauten wird der Einsatzbereich und die unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit verschiedener Dämmstoffe gezeigt. Der erste Modellaufbau stellt ein Wärmedämmverbundsystem (WDVS) mit unterschiedlichen an eine Ziegelwand angeklebten Dämmstoffen dar, der zweite Modellaufbau eine vorgehängte Fassade (Holzriegelkonstruktion, in die unterschiedliche Dämmstoffe eingebracht sind).

Bei dem erstgenannten Modellaufbau wird immer der gleiche Gesamt-U-Wert von  $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$  erreicht. Die unterschiedlichen Dämmstoffdicken resultieren aus den unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten der Dämmstoffe. Folgende Dämmstoffe sind im Modell enthalten (in Klammer die Wärmeleitfähigkeit in  $\text{W/mK}$ ): Mineralschaumplatte (0,045), Kork (0,04), Steinwolle (0,04), graues Polystyrol (0,031), Resolharz (0,022), Vakuumdämmpanel (0,004 bis 0,008).

Weiters werden Dämmplatten aus Hanf gezeigt, diese bestehen zu 85% aus Hanffasern und zu 15% aus Stützfasern.

Der Ökoindex 3 (OI3 Index), eine Maßzahl zur ökologischen Bewertung von Baustoffen, wird erklärt. Werte zum OI3-Index sind in der Datenbank [www.baubook.at](http://www.baubook.at) zu finden.

Die Umweltberatung empfiehlt bei Wärmedämmverbundsystemen den Einsatz von Dämmplatten aus folgenden Materialien: Hanf, Kork, Mineralschaum. (Mineralschaumplatten bestehen aus Kalkhydrat, Zement und Quarzsandmehl.)

Bei vorgehängten Fassaden ist der Einsatz von weiteren Dämmstoffen möglich, die hinsichtlich der Ökobilanz günstig abschneiden und rezyklierbar sind, wie Schafwolle, Zellulose, Hanf oder Flachs.

Am Ende des Films wird auf die Dämmstoffbroschüre der Umweltberatung hingewiesen. Diese Broschüre enthält Informationen zu Einsatzbereichen, Verarbeitung, Lieferformen und Ökologie der zur Zeit gängigen bzw. erhältlichen Dämmstoffe.

### 4.2.7 Lüftungstechnik

#### **Lüftung und Feuchte**

Länge: 15.11 Min., Bezug auf Kap. 3.2.1 im Gewerkeraster

Setting: Ausschnitte aus verschiedenen Interviews, erklärende Zwischeneinblendungen

Sowohl eine zu niedrige als auch eine zu hohe Raumlufffeuchte ist problematisch. Zu hohe Raumlufffeuchte kann zu Schimmelbildung führen und wird auch von den BewohnerInnen als unangenehm empfunden. Genauso wird zu niedrige Raumlufffeuchte als unangenehm empfunden und

kann zu Schäden bei Möbeln führen. Die Raumlufffeuchte sollte im Bereich 30% - 45% (max. 55%) liegen. Feuchtequellen in der Wohnung sind Personen, Duschen, Baden, Kochen, Pflanzen, das Trocknen von Wohnung.

Wird eine Lüftungsanlage betrieben wird, ist eine zu hohe Raumlufffeuchte (und damit das Risiko von Schimmelbildung) praktisch ausgeschlossen.

In Wohnungen mit geringer Personenbelegung, wo also das Risiko von zu niedriger Raumlufffeuchte im Winter bei Betrieb einer Lüftungsanlage besteht, ist ein Lüftungsgerät mit Feuchterückgewinnung zu empfehlen. Das Prinzip des Rotationswärmetauschers, der der Feuchterückgewinnung dient, wird anhand eines Modells erklärt. Neuere Anlagen mit Rotationswärmetauschern sind hygienisch unbedenklich, allerdings sollte der Wärmetauscher nach 10 bis 15 Jahren getauscht werden.

### ***Filter in Lüftungsanlagen***

Länge: 25.47 Min., Bezug auf Kap. 3.2.7, 3.2.8, 3.2.9 im Gewerkeraster)

Setting: Ausschnitte aus verschiedenen Interviews, erklärende Zwischeneinblendungen und Fragen, animiertes Schema einer Lüftungsanlage

Anlagenfilter schützen die BewohnerInnen und die Anlagenkomponenten vor (Fein)Staub und Pollen. Ein Diagramm wird gezeigt, das darstellt, welche Partikel welcher Größe von welchen Filtern in welchem Ausmaß gefiltert werden. Tabakrauch kann nicht nennenswert gefiltert werden, dies wird sehr deutlich, wenn man Abluftleitungen von Lüftungsgeräten in Raucherwohnung sieht.

Die gefilterte Zuluft ist weniger feinstaubbelastet als die Raumluff oder die Außenluft.

Ein animiertes Schema stellt dar, wo in einer Lüftungsanlage welche Filter sitzen.

Zu geringe Filterqualität und schlechte Wartung der Filter sind wesentliche Problempunkte, die bei einer Evaluierung von gebauten Anlagen gefunden wurden.

Filter sollen möglichst großflächig sein, je größer die Filterfläche, desto geringer der Druckverlust und Lärm. Zielwerte für Druckverluste bei Filtern werden gezeigt. Je feiner der Filter, umso größer sollte die Oberfläche des Filters sein. Mattenfilter weisen die kleinste Oberfläche auf. Nicht liegende Taschenfilter oder Kassettenfilter (Z-Line Filter) weisen eine größere Oberfläche auf und sind insofern zu empfehlen.

Abluftfilter (außerhalb des Lüftungsgeräts) werden in Österreich kaum eingesetzt. Dies wird damit begründet, dass oft vergessen wird, verschmutzte Abluftfilter zu wechseln. Falls keine Abluftfilter eingesetzt werden, sollten die Abluftleitungen nach 10 bis 15 Jahren gereinigt werden.

Lüftungsgeräte sollen eine Filterwechselanzeige aufweisen. In großvolumigen (Wohn-)Bauten sind insofern zentrale Anlagen besser, da dann die Filter nur zentral gewechselt werden müssen und nicht in jeder (Wohn-)Einheit.

### ***Materialwahl bei Lüftungsleitungen***

Länge: 11.36 Min., Bezug auf Kap. 3.2.7 im Gewerkeraster)

Setting: Ausschnitte aus verschiedenen Interviews, erklärende Zwischeneinblendungen und Fragen

Die gängigen Materialien für Lüftungsleitungen sind Metall (Wickelfalzrohre) oder Kunststoff.



Vereinzelt werden (aus baubiologischen oder bauökologischen Überlegungen) auch Zirbenholzleitungen eingesetzt. Zirbenholz soll positive Wirkungen auf die Gesundheit haben.

Die Vor- und Nachteile von Metall- und Kunststoffleitungen werden erörtert. Der Hauptnachteil von Kunststoffleitungen ist, dass diese zu höheren Druckverlusten, damit verbunden höherem Stromverbrauch und höherer Schallbelastung führen. Es ist schwierig, Kunststoffrohre gerade zu verlegen, außerdem haben diese in der Regel einen deutlich geringeren Rohrdurchmesser.

Beim Einsatz von Wickelfalzrohren braucht es mehr Planungsaufwand (wo sind Krümmungen mit welchen Radien anzubringen?), mehr Platz und Aufwand in der Verarbeitung. Wickelfalzrohre sind daher teurer als Kunststoffrohre.

### ***Lüftungsanlage: Dichtheit des Systems***

Länge: 7.34 Min., Bezug auf Kap. 3.2.7 im Gewerkeraster)

Setting: Demonstration von Formstücken und Rohren; ergänzende Texte und Bilder; Aufnahmeort: Baustelle, Bürogebäude in Langenlois

Eine Lüftungsanlage sollte natürlich möglichst luftdicht sein. Kritisch ist vor allem, dass die Verbindungen zwischen Rohren und Formstücken möglichst dicht ausgeführt werden. Es gibt vier Dichtheitsklassen für installierte Leitungssysteme (A – D; D ist am dichtesten). Für Lüftungsanlagen wird zumindest Dichtheitsklasse C empfohlen.

Das Prinzip der Verbindung von Wickelfalzrohren und –formstücken mit Lippendichtungen wird durch Bilder veranschaulicht. Rohre und Formstücke mit Lippendichtungen werden gezeigt und erklärt.

Systeme mit Lippendichtungen sind zu empfehlen. Dennoch werden noch häufig Systeme ohne Lippendichtungen eingesetzt, bei denen die Verbindung verklebt wird.

Für die Befestigung von Rohren bzw. von Rohren und Formteilen eignen sich Lüftungsschellen besonders gut, eine Nietung oder Verschraubung ist bei Verwendung von Lüftungsschellen nicht notwendig. Die Verwendung von Schrauben ist problematisch, weil diese in den Lüftungsquerschnitt hineinragen und die Reinigbarkeit erschweren.

### ***Qualitätskriterien bei Lüftungsanlagen: Kurze Leitungswege, Unsichtbarkeit***

Länge: 4.54 Min., Kap. 3.2.7 im Gewerkeraster

Setting: Aufnahmen in einem Einfamilienhaus mit Lüftungsanlage (Anlagenbesichtigung); Aufnahmeort: Gleisdorf

Wesentliche Qualitätskriterien von Lüftungsanlagen sind: ein geringer Energieverbrauch im Betrieb, geringe Luftgeschwindigkeiten, geringe Schallbelastung.

Um das zu erreichen, sind kurze Leitungslängen, große Leitungsquerschnitte und ausreichend Platz für Schalldämpfer notwendig.

Ein weiteres Qualitätskriterium, auf das der Interviewpartner besonders hinweist, ist ein ästhetisches, nämlich, dass die Lüftungsleitungen möglichst unsichtbar sind. Das konnte im konkreten Fall durch eine spezielle Planung erreicht werden. Vom Lüftungsgerät werden die Lüftungsleitungen über das

Erdgeschoß in das Obergeschoß geführt (man sieht im Erdgeschoß daher Lüftungsleitungen nur an einer Stelle), im Obergeschoß wird die Luft dann entlang einer zentralen Achse zu den Zimmern im Obergeschoß sowie auch zu den Zulufräumen im Erdgeschoß geführt. Diese zentrale Zuluftleitung im Obergeschoß, von der es dann zu den einzelnen Zulufräumen Abzweigungen gibt, ist in einer Schrankzone „versteckt“ (die Leitung ist im oberen Bereich des Schanks geführt). Es gibt also im Obergeschoß keine Schränke in den einzelnen Zimmern, sondern eine Schrankzone im Gangbereich. In jeder Abzweigung ist ein Schalldämpfer eingebaut.

Es wurde in diesem Fall bewusst kein Überstromkonzept (der Zuluft) umgesetzt, um die Übertragung von Gerüchen zu vermeiden. Der Luftstrom wird erklärt: Die oben in die Räume eingebrachte Zuluft bildet eine Luftwalze entlang des Fensters, strömt als bereits abgekühlte Luft über Öffnungen bei den Türen unten hinaus in den Gangbereich und bewegt sich zum Abluftraum.

### **55 Qualitätskriterien für Komfortlüftungen – Übersicht**

Länge: 8.01 Min.

Setting: Navigieren durch die Internetplattform [komfortlueftung.at](http://komfortlueftung.at) mit Hilfe einer Screenshot-Software.

Aufnahmeort: Büro energieautark consulting gmbh

Wesentliche Komponenten der Internet-Informationsplattform [www.komfortlueftung.at](http://www.komfortlueftung.at) werden vorgestellt.

Diese Plattform enthält einige für die Planung von Komfortlüftungsanlagen nützliche Dokumente, wie:

- Checkliste der häufigsten Fehler aus einer Evaluierung von Lüftungsanlagen aus dem Jahr 2004 (bis heute wegweisend)
- (vergleichsweise kurze) Checkliste Komfortlüftung Einfamilienhaus
- Dimensionierungshilfe Luftmengen inkl. Auslegungsbeispiel
- Checkliste Druckverlust im Einfamilienhaus (mit Maximalwerten für einzelne Bereiche wie Fortluftauslass)
- Checkliste Hygiene (zu Ansaugung, Erdwärmetauscher, Kondensatablauf)
- Checkliste Lüftungsgerät
- Checkliste Schall
- Info Luftheizung im Passivhaus, neun ergänzende Qualitätskriterien für Luftheizung im Passivhaus
- zwei Dokumente zur Auswahl des Lüftungsgeräts:
  - a. Lüftungsgerät – Konformitätsbestätigung (Erklärung des Herstellers, dass das Gerät verschiedene Eigenschaften erfüllt);
  - b. Liste am Markt verfügbarer Lüftungsgeräte mit Parametern wie Wärmerückgewinnungsgrad (für die Wohnbauförderung entwickelt).
- schriftliche Anleitung zu einem Auslegungstool (xls-Datei, die heruntergeladen werden kann)
- 16 Bestellkriterien für Komfortlüftungen im Einfamilienhaus (übersichtliche Zusammenfassung der wesentlichen Kennzahlen der Qualitätskriterien)
- Vorlage für ein Abnahmeprotokoll für eine Lüftungsanlage
- Vorlage für eine Kundenanfrage (der Kunde kann hier sein Wünsche angeben)

Die 55 Qualitätskriterien sind in 6 inhaltliche Blöcke eingeteilt. Diese Blöcke werden kurz vorgestellt:

1. Gebäudevoraussetzungen (Luftdichtheit des Gebäudes)
2. Allgemeine Dimensionierung (Berechnung von Luftvolumenströmen)
3. Frischluftansaugung, Fortluft, Erdreichwärmetauscher
4. Lüftungsgerät/Wärmetauscher/Filter
5. Verteilnetz (Luftleitungen));
6. Übergabe, Reinigung und Instandhaltung

### **Stromverbrauch von Lüftungsanlagen**

Länge: 18.37 Min., Bezug auf Kap. 3.2.1, 3.2.2 im Gewerkeraster

Setting: Ausschnitte aus verschiedenen Interviews, erklärende Zwischeneinblendungen und Fragen

Der Stromverbrauch von Lüftungsanlagen kann in einem relativ großen Bereich schwanken. Gründe für einen hohen Stromverbrauch von Lüftungsanlagen liegen im hohen Druckverlust der Anlage (u.a. aufgrund von niedrigen Rohrquerschnitten und/oder zahlreichen Krümmungen in der Leitungsführung) oder in einem nicht geregelten Heizregister, das für den Frostschutz sorgen soll.

Die maximale Leistungsaufnahme eines Lüftungsgeräts (gemessen in Watt pro geförderte Luftmenge pro Stunde,  $\text{W/m}^3\text{h}$ ) sollte  $0,42 \text{ W/m}^3\text{h}$  betragen, als Zielwert von stromeffizienten Anlagen ist ein Wert von  $0,25 \text{ W/m}^3\text{h}$  anzupeilen (sehr gute Anlagen können auch geringere Werte aufweisen).

Anhand eines Rechenbeispiels wird Schritt für Schritt demonstriert, wie man von der ausgelegten Luftmenge den Tages- und Jahresstrombedarf einer Lüftungsanlage abschätzen kann. Eine auf der Informationsplattform [www.komfortlüftung.at](http://www.komfortlüftung.at) zu findende Tabelle ist dabei hilfreich: diese Tabelle zeigt die Leistungsaufnahme eines Lüftungsgeräts bei sieben Luftmengen und drei Stromeffizienzklassen. Bei der Abschätzung des Jahresstrombedarfs ist zu beachten, dass es zwei Betriebsweisen der Anlage gibt (nur während der Heizperiode oder ganzjährig).

Bei sorgfältiger Ausführung einer Anlage sollte bereits bei der Inbetriebnahme die Stromeffizienz überprüft werden. Eine Anzeige der Leistungsaufnahme sollte im Lüftungsgerät installiert sein und bei (zu) hohem Stromverbrauch sollte eine Störanzeige erscheinen.

Um den Stromverbrauch eines Lüftungsgeräts oder eines Kompaktgeräts (Lüftung inkl. Heizung und Warmwasser) überprüfen zu können, muss ein Subzähler installiert werden. Bei Kompaktgeräten kann der Stromverbrauch über Multiplikation der Nennleistung mit möglichen Jahresbetriebsstunden grob abgeschätzt werden. Bei gesplitteten Anlagen, d.h. wenn Lüftungsanlage und Heizung (z.B. über Wärmepumpe) getrennt sind, wird die Heizung oft überdimensioniert, was zu einem ineffizienten und belastenden Betrieb für die Heizung durch häufiges Takten führt.

Eine Messung des Verbrauchs und eine verbrauchsbezogene Abrechnung ist wichtig (insb. in Mehrfamilienhäusern), um verschwenderischen Umgang einzudämmen.

### **Lüftungsanlagen: Luftmengenauslegung**

Länge: 22.15 Min., Bezug auf Kap. 3.2.1 im Gewerkeraster)

Setting: Erläuterung anhand eines Wohnungsgrundrisses am Flipchart; ergänzende Bilder; Aufnahmeort: Büro energieautark consulting gmbh

Die Auslegung der Luftmengen für den Betrieb einer Lüftungsanlage wird für eine Beispielwohnung Schritt für Schritt entwickelt und erläutert. Die Beispielwohnung ist als Grundriss dargestellt, in den Luftmengen und Luftströmungen eingezeichnet werden. Diese Wohnung besteht aus sieben Räumen: Arbeitszimmer (oder Kinderzimmer), Schlafzimmer, Wohn-Esszimmer-Küche, WC, Bad, Abstellraum, Vorraum.

Zuerst werden die Zuluft- und die Ablufträume festgelegt. Zulufräume sind Räume für dauerhaften Aufenthalt (Schlaf-, Arbeits-, Wohnräume), Ablufträume sind feuchte- und geruchsbelastete Räume, aus denen die Luft abgeführt wird. Die eingebrachte Zuluft strömt über Türen oder Überströmöffnungen langsam in die Ablufträume (Überdruck im Bereich der Zuluft von 2-3 Pascal, korrespondierend Unterdruck im Bereich der Abluft von 2-3 Pascal). Die Zulufräume sind Arbeitszimmer (Kinderzimmer), Schlafzimmer, Wohn-Esszimmer, die Ablufträume sind Küche, WC, Bad, Abstellraum.

Das im Film gebrachte Beispiel zeigt eine kaskadische Luftnutzung (oder Doppelnutzung). Bei einer kaskadischen Luftnutzung wird Luft, die in einem Raum eingebracht wird, auch in einem anderen Raum (oder mehreren anderen Räumen) nochmal genutzt. Beispielweise strömt im gezeigten Beispiel Luft aus dem Schlafzimmer über den Vorraum auch in Wohn-Esszimmer-Küche, Bad, WC und Abstellraum. Die Alternative zur kaskadischen Luftnutzung wäre, in jedem Raum Zu- und Abluft unterzubringen. Dies hat jedoch mehrere Nachteile:

- Höhere Gesamtluftmenge, damit verbunden ein höherer Entfeuchtungseffekt im Winter;
- Luft aus belasteten Räumen (wie WC oder Bad) könnte unerwünschterweise in andere Räume strömen;
- Erhöhter Verrohrungsaufwand und damit verbunden höhere Kosten.

Danach werden die Luftmengen für die einzelnen Räume festgelegt. Für die Planung leitend ist dabei, dass die CO<sub>2</sub>-Konzentration in den Zulufräumen unter 1000 ppm bleiben sollte (siehe auch Film „Lüftung: CO<sub>2</sub> als Indikator und Planungsparameter“). Anhaltswerte für die Luftmengenauslegung von einzelnen Räumen findet man beispielsweise in der ÖNORM H 6038 oder unter [www.komfortlüftung.at](http://www.komfortlüftung.at). Falls die genaue Raumbelastung nicht bekannt ist (also insbesondere in Mehrfamilienhäusern) ist für die Planung von einer Standardbelastung auszugehen.

Relevante Fragen für die raumweise Luftmengenauslegung sind:

- Wo halten sich wie viele Personen wie lange bei welcher Aktivität auf?
- Wo entstehen personenunabhängige Emissionen?
- Welche Situationen könnten in Bezug auf die Luftqualität regelmäßig unangenehm werden?

Die Summe der Zuluft muss in den Ablufträumen abgeführt werden. Eine Daumenregel ist, 40-50% der gesamten Abluft über die Küche abzuführen.

Nach der ersten Festlegung der raumweisen Luftmengen wird überprüft, ob das Feuchtekriterium eingehalten werden kann (d.h., dass im Winter in der Wohnung nicht zu trocken wird). Die eingebrachte Luftmenge sollte einen Wert von 40 m<sup>3</sup> pro Stunde pro Person nicht überschreiten, um das Feuchtekriterium einzuhalten.

Da im gezeigten Beispiel das Feuchtekriterium zunächst nicht eingehalten wird, wird die Zuluftmenge im Wohnbereich noch etwas reduziert. Dies ist deshalb nicht notwendigerweise problematisch, weil aus der kaskadischen Luftnutzung zusätzliche Luft aus anderen Zimmern in den Wohnbereich strömt und im „Spitzenlastfall“ die Luftmenge erhöht werden kann (Umschalten auf Intensiv-/Partystufe oder zusätzliche Fensterlüftung).

### ***Lüftung: CO<sub>2</sub> als Indikator und Planungsparameter***

Länge: 11.33 Min., Bezug auf Kap. 3.2.1 im Gewerkeraster)

Setting: Ausschnitte aus verschiedenen Interviews, erklärende Zwischeneinblendungen und Fragen

In Innenräumen sollte eine CO<sub>2</sub>-Konzentration von unter 1000 ppm (der sogenannte „Pettenkofer-Wert“) eingehalten werden. Mit CO<sub>2</sub>-Ampeln kann visualisiert werden, wann eine derartige CO<sub>2</sub>-Konzentration überschritten wird, worauf dann beispielsweise durch Fensterlüftung reagiert werden kann.

In Schulen wurden aber bereits deutlich höhere CO<sub>2</sub>-Konzentrationen gemessen, Extremwerte liegen hier bei über 7000 ppm. Eine hohe CO<sub>2</sub>-Konzentration führt zu einer deutlichen Einschränkung der Leistungsfähigkeit, das ist insbesondere in Schulen bedenklich. Wird in einem Klassenraum ohne Lüftungsanlage während einer Schulstunde nicht gelüftet, kann die CO<sub>2</sub>-Konzentration von einem Wert unter dem Sollwert relativ rasch deutlich über den Sollwert ansteigen. Es ist nachgewiesen, dass bis zu einer CO<sub>2</sub>-Konzentration von 700 ppm die Leistungsfähigkeit noch steigt.

In der Europeanorm EN 13779 sind vier Luftqualitätsklassen definiert, in der in Österreich erstellten Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft sind diese vier Klassen übernommen und eine fünfte, noch schlechtere Luftqualitätsklasse, ist hinzugefügt. Es gibt auch Fälle von neu errichteten Gebäuden (darunter Schulen und Vortragsräume), die in die schlechteste Luftqualitätsklasse fallen.

Eine Studie hat in 80% der Neubauten eine unzureichende Raumluftqualität in Schlafzimmern festgestellt, dies gilt auch teilweise für Gebäude mit Lüftungsanlagen, wenn zu geringe Luftmengen den Schlafräumen zugeführt werden.

Die wichtigste Norm in Österreich für die Planung von Wohnraumlüftungsanlagen ist die ÖNORM H 6038. Die Auslegung einer Lüftungsanlage hat nach Luftmengen zu erfolgen, und nicht nach Luftwechselzahlen, wie das früher noch in der Norm festgelegt war.

### **4.2.8 Solarthermie**

#### ***Der Solarspeicher – Zonierung und Anschlußhöhen***

Länge: 4.59 Min., Bezug auf Kap. 3.3.1 im Gewerkeraster

Setting: Erläuterung anhand eines Anlagenschemas; Aufnahmeort: Büro AEE INTEC in Gleisdorf

Die drei Zonen im Solarspeicher werden anhand eines Anlagenschemas erläutert: Bereitschaftsvolumen, Schaltvolumen, Solarspeichervolumen.

Das Bereitschaftsvolumen im obersten Bereich des Speichers wird immer auf ausreichend hoher Temperatur gehalten, sodass hier für Warmwasser und Raumheizung entnommen werden kann. Das Schaltvolumen, das unter dem Bereitschaftsvolumen liegt, dient der Vermeidung des Taktbetriebs des konventionellen Wärmeerzeugers (Heizkessels). Kühlt das Schaltvolumen unter einen bestimmten Wert, wird der Heizkessel aktiviert und heizt das Schaltvolumen wieder auf.

Das Solarspeichervolumen, das größte Volumen im unteren Bereich des Speichers, kann von der Solaranlage aufgeheizt werden.

Danach wird erläutert, wo im Speicher eingespeist und entnommen wird. Der Heizkessel speist im obersten Bereich ein, Raumheizung und Warmwasserbereitung entnehmen oben (Bereitschaftsvolumen). Die Warmwasserbereitung erfolgt in dem gezeigten Schema durch ein Frischwassermodule. Der Rücklauf von diesem Modul wird im Speicher ganz unten eingeschichtet. Der Rücklauf einer Fußbodenheizung würde aufgrund der geringen Rücklauftemperatur ebenfalls ganz unten eingeschichtet, während der Rücklauf einer Radiatorenheizung aufgrund der etwas höheren Rücklauftemperatur etwas höher eingeschichtet würde.

Wie kann der Planer die konkreten Anschlusshöhen festlegen? Ein Standardspeicher (wie im Einfamilienhausbereich verwendet) hat keine Schichtladelenzen, aber Anschlüsse an der Außenseite in verschiedenen Höhen. Die Höhe des Anschlusses je nach Höhe der Vor- oder Rücklauftemperatur zu wählen.

Um die Planung zu erleichtern, gehen Solarfirmen vermehrt dazu über, „Pakete“ bzw. Schemata anzubieten, bei denen bereits klar vorgegeben ist, wo welche Einspeisungen oder Entnahmen anzuschließen sind.

### **Minimierung von Speicherverlusten**

Länge: 5.28 Min., Bezug auf Kap. 3.3.3 im Gewerkeraster

Setting: Erläuterung anhand verschiedener Standbilder in Kombination mit Interviewpassagen;  
Aufnahmeort: Büro AEE INTEC in Gleisdorf

Pufferspeicher und Warmwasserspeicher werden meist dauerhaft auf Temperatur gehalten und verlieren dadurch 24 Stunden pro Tag Wärme an ihre Umgebung. Wird bei der Speicherdämmung und der Montage der Speicheranschlüsse oder auch bei der Auswahl der Speicheranzahl nicht auf kritische Punkte geachtet, können die Speicherverluste einen essentiellen Anteil des Wärmeverbrauchs betragen. Die ersten Fehler bei der Minimierung von Wärmespeicherverlusten passieren meist bereits bei der Planung des Technikraumes. Durch die geringe Raumhöhe ist man oft gezwungen, ein Mehrspeichersystem zu installieren (diese weisen ein ungünstiges Verhältnis zwischen Oberfläche und Volumen im Gegensatz zum Einspeichersystem auf). Ein Beispiel einer Fundamentabsenkung, um einen entsprechend großen Speicher einbauen zu können, wird gezeigt.

Das Verwenden der Standard-Speicherdämmung (d.h. der mit dem Speicher mitgelieferten Dämmung) ist nicht (unbedingt) zu empfehlen. Bei Hartschaumschalen kann sich zwischen dem Speicher und der Schale ein Spalt bilden, welcher zu einem Kamineffekt führt. Eine nicht ordnungsgemäß bzw. vollständig gedämmte Speicherdecke verstärkt den Kamineffekt. Zu geringe Dämmung der Speicherdecke ist auch deswegen problematisch, weil die Decke der wärmste Bereich des Speichers ist. Bei Standard-



Speicherdämmungen werden Dämmungen für die Anschlüsse nicht mitgeliefert, diese müssten von Dämmfirma oder Installateur in Eigenregie angebracht werden.

Es werden einige positive Beispiele für Speicherdämmungen gezeigt: lückenlose Überdämmung von Anschlüssen, Ausführung von Thermosiphonen, mehrlagiges und stoßversetztes Anbringen einer Rollendämmung, Beispiel einer Armaturendämmung (mit Alufolie kaschierte Mineralwolle als Dämmmaterial).

Schüttdämmungen in einem Trockenverschlagverbau sind zu empfehlen, da innerhalb der Schalung bereits alle Anschlüsse des Speichers mitgedämmt sind. Ein Nachteil besteht hier, dass man im Falle von Wartungs- bzw. Reparaturarbeiten schwer zu den Anschlüssen kommt.

### ***Anatomie einer Solaranlage – Vor- und Rücklauf, Ausdehnungsgefäß***

Länge: 5.24 Min., Bezug auf Kap. 3.3.9 im Gewerkeraster

Setting: Begehung einer thermischen Solaranlage; Aufnahmeort: Technikraum einer Solaranlage in der Nähe von Gleisdorf

Ausgangspunkt ist der Versuch darzustellen, wie ein Experte (im konkreten Fall Johann Broidler) versuchen würde, die Solaranlage rein aus dem Augenschein (ohne Heranzuziehen zusätzlicher Unterlagen wie eines Anlagenplans) zu verstehen. Dabei werden die einzelnen Komponenten der Anlage benannt und deren Funktion besprochen.

Zuerst werden die Solarleitungen (von den Kollektoren kommende und zu diesen führende mit Kautschuk gedämmte Leitungen) identifiziert, danach der Stagnationskühler und das Ausdehnungsgefäß. Da das Ausdehnungsgefäß im Rücklauf eingebaut ist, sind so Vor- und Rücklauf bei den Solarleitungen erkennbar. Der Stagnationskühler muss fallend zum Ausdehnungsgefäß hin verlegt werden. Dieser sorgt dafür, dass im Stagnationsfall das Medium (Wasser-Frostschutzgemisch) soweit abgekühlt wird, dass die Membran im Ausdehnungsgefäß nicht beschädigt wird.

Nach der Abnahme der Armaturendämmung erkennt man Vor- und Rücklauf, einerseits durch die Farbgebung (rot = Vorlauf, blau = Rücklauf), andererseits dadurch, dass im Rücklauf Pumpe, Sicherheitsventil und Rückschlagklappe eingebaut sind. Die Pumpe ist deshalb im Rücklauf, um nicht hohen Temperaturen im Betrieb ausgesetzt zu sein.

Es wird dann erklärt, warum das Ausdehnungsgefäß im Rücklauf eingebaut ist. Es soll im Stagnationsfall verhindert werden, dass das Medium über den gesamten Vorlauf in das Ausdehnungsgefäß strömt und so die dazwischen liegenden Komponenten einer hohen Temperatur ausgesetzt werden.

### 4.2.9 Photovoltaik

#### ***Simulation des Ertrags einer Photovoltaikanlage – Teil 1: Anlagenkonfiguration und Ertrag ohne Verschattung***

Länge: 7.31 Min.

Setting: Erläuterung mit Hilfe einer Simulationssoftware; Aufnahmeort: Büro ATB Becker, Absam

Der Ertrag einer Photovoltaikanlage wird mit Hilfe einer Simulationssoftware ermittelt. Für die erste Simulation wird ein Standort in der Wiener Innenstadt ausgewählt. In einer Datenbank sind die entsprechenden klimatischen Daten (insb. Einstrahlungswerte) hinterlegt. Die zu simulierende Anlage hat eine Leistung von 5 kW (20 Module à 250 Watt) und ist auf dem Schrägdach eines Einfamilienhauses montiert.

Die Auswahl des Wechselrichters und die Anlagenüberprüfung (d.h., passt der PV-Generator zum Wechselrichter?) werden demonstriert.

Die Module dürfen auch bei tiefen Temperaturen, bei denen die Spannung ansteigt, die maximale Systemspannung des Wechselrichters nicht überschreiten. Dazu wird die sogenannte Leerlaufspannung mit der maximalen Systemspannung des Wechselrichters verglichen. Bei Überschreiten dieser Spannung würde der Wechselrichter beschädigt werden.

Weiters muss die MPP-Spannung des PV-Generators im MPP-Trackingbereich des Wechselrichters liegen (MPP=Maximum Power Point).

Nach der Anlagenüberprüfung wird der Anlagenenertrag ohne Horizontverschattung ermittelt. Auf die Bedeutung des Parameters spezifischer Jahresertrag (Ertrag/Fläche oder Ertrag/Leistung in kWp) wird hingewiesen, um damit Anlagen vergleichen zu können.

#### ***Simulation des Ertrags einer Photovoltaikanlage – Teil 2: Variation der topographischen Verschattung***

Länge: 7.27 Min.

Setting: Erläuterung mit Hilfe einer Simulationssoftware; Aufnahmeort: Büro ATB Becker, Absam

Vier Varianten, bei denen die Standortbedingungen variiert werden, werden hinsichtlich des Ertrags verglichen:

1. Standort in Wien, keine topographische Verschattung (= ohne Horizontverschattung, Annahme eines Null-Grad Horizonts)
2. Standort in Wien, mit topographischer Verschattung
3. Standort in Wien (hinsichtlich der Klimadaten), aber topographische Verschattung eines Standorts in Innsbruck
4. Standort in Innsbruck (Klimadaten und topographische Verschattung von Innsbruck)

Beim Vergleich von Variante 2 zu Variante 1 sinkt der Ertrag nur geringfügig (um 0,2%), was auf die geringe Horizontverschattung im Fall von Wien zurückzuführen ist.

Um einen signifikanten Einfluss der topographischen Verschattung (bzw. Horizontverschattung) zu demonstrieren, wird in der dritten Variante der Ertrag eines Standorts in Innsbruck simuliert, allerdings noch mit den gleichen Klimadaten wie im Fall des Wiener Standorts, um den alleinigen Einfluss der topographischen Verschattung darzustellen. Die gebirgige Umgebung von Innsbruck sorgt für einen Rückgang des jährlichen Anlagenertrags um 2,5 %.

Wenn aber nun die Klimadaten von Innsbruck in die Simulation einfließen (Variante 4), ist der Anlagenertrag um 9,1% höher als in Variante 1. Dies ist auf die höhere solare Einstrahlung bzw. die höhere Anzahl von Sonnenstunden (im Laufe eines Jahres) im Fall von Innsbruck zurückzuführen. Der Rückgang des Ertrags aufgrund der höheren topographischen Verschattung wird also in diesem Fall deutlich durch die höhere solare Einstrahlung kompensiert.

Um die Daten für die Horizontverschattung des jeweiligen Standorts zu erhalten, werden zuerst mit Hilfe von Google Earth die geographischen Koordinaten ermittelt, welche in PVGIS (frei verfügbare Software) eingegeben werden. In PVGIS ist ein dreidimensionales Modell der Erdoberfläche hinterlegt. Die aus PVGIS extrahierten Daten werden noch mit einem Tabellenkalkulationsprogramm umgeformt und dann in die Simulationssoftware übertragen.

### ***Simulation des Ertrags einer Photovoltaikanlage – Teil 3: Variation des Wechselrichters***

Länge: 7.27 Min.

Setting: Erläuterung mit Hilfe einer Simulationssoftware; Aufnahmeort: Büro ATB Becker, Absam

Ein anderer Wechselrichter wird ausgewählt und der Anlagenertrag simuliert. Mit diesem Wechselrichter steigt der Anlagenertrag um 2,9%. Beide Wechselrichter kosten etwa gleich viel. Allein durch den Einsatz des leistungsfähigeren Wechselrichters ergibt sich eine finanzielle Einsparung über die Laufzeit des Wechselrichters (Annahme: 13 Jahre) von über 300 Euro (Annahme: Einspeisetarif von 0,15 Euro). Die Datenblätter der beiden Wechselrichter werden verglichen. Der erste Wechselrichter hat einen maximalen Wirkungsgrad von 96,2%, während der zweite einen maximalen Wirkungsgrad von 98% aufweist.

Für Wechselrichter sind in der Simulationssoftware Wirkungsgradkennlinien hinterlegt. Im Bereich bis zu 10% der Nennleistung des Wechselrichters steigt der Wirkungsgrad des Wechselrichters rasch an (steile Flanke), dann folgt ein weitgehend linearer Bereich (von 10% bis 100% der Nennleistung des Wechselrichters).

### ***Statik bei Photovoltaikanlagen***

Länge: 10.22 Min., Bezug auf Kap. 3.4.1 im Gewerkeraster)

Setting: Interview, Erläuterung anhand von Bildern; Aufnahmeort: Büro ATB Becker, Absam

Der schwierigste Bereich bei der Auslegung einer Photovoltaikanlage ist der statische Bereich.

Anhand einer Prinzipskizze werden die Lasten, die auf eine Photovoltaikanlage wirken, erklärt. Die auftretenden Lasten sind die Schneelast, das Eigengewicht der Anlage und die Windlast. Für die Planung ist die ungünstigste Kombination der verschiedenen Lasten relevant. Die Schnee- und

Windlasten des jeweiligen Standorts sind anzusetzen, wofür die Schnee- und Windlastnormen heranzuziehen sind.

In der Schneelastnorm ÖNORM B 1991-1-3 werden vier Schneelastzonen unterschieden:

- Schneelastzone 1: geringe Schneelast, im Osten Österreichs, hier ist Wind für die statische Auslegung bedeutsamer.
- Schneelastzone 2: zieht sich in zwei Zonen von Ost nach West durch Österreich durch; abhängig von der Seehöhe kann es hier schon schwierig werden, PV-Anlagen statisch auszulegen.
- Schneelastzone 3: Nördliche Teile von Ober- und Niederösterreich, entlang des Alpenhauptkamms, Südstaulagen. Hier kann die statische Auslegung einer PV-Anlage bereits eine große Herausforderung darstellen.
- Schneelastzone 4: Nördliches Waldviertel, Karpaten, Alpenhauptkamm, Bregenzerwald. Hier gibt es Gegenden, wo die Montage einer PV-Anlage nicht mehr möglich ist.

Die statische Berechnung ergibt einen Belastungswert in kN (Kilonewton). Dieser Belastungswert bestimmt die Auslegung der Unterkonstruktion und die Auswahl der Module.

Zu hohe Schneelasten können zur Beschädigung von Photovoltaik-Modulen führen. Glas-Folien Module können bereits bei Belastungen ab 3 kN Schäden zeigen, Glas-Glas Module halten höhere Belastungen aus. In Gebieten mit sehr hohen Schneelasten sind Fassadenanlagen zu empfehlen: hohe Schneelasten gehen mit langen Perioden einer Schneebedeckung der Module und daher ohne Ertrag einher, weiters wirkt sich die Reflexion der umgebenden Schneedecke günstig auf den Ertrag einer Fassadenanlage aus.

Bei einer gängigen Schrägdachanlage, die aus Modulen, Schienen und Dachanbindungselementen besteht, ist das Eigengewicht der Anlage gering. Bei großen Anlagen auf Flachdächern, wo schwere Ballastierung eingesetzt wird, kann der zulässige statische Grenzwert für das jeweilige Dach überschritten werden.

Viele Gebäude im Bestand entsprechen nicht mehr der aktuellen Schneelastnorm, auf diesen Dächern können ohne Verstärkungsmaßnahmen keine Photovoltaikanlagen montiert werden.

Zur Vorgangsweise bei der Planung: Hinsichtlich der Aufnahme von Details der Dachkonstruktion gibt es Checklisten der Systemhersteller, diese sind sorgfältig durchzugehen. Bei Zweifel hinsichtlich der Dachstatik ist eine entsprechende Fachkraft (Zimmermann, Holzbauer, Dachdecker, Bauingenieur, Statiker) hinzuzuziehen.

### 4.2.10 Biomasse-Heizungen

#### **Anlagenschema einer Biomasseheizung - Prinzip**

Länge: 9.25 Min., Bezug auf Kap. 3.5.1, 3.5.6, 3.5.8 im Gewerkeraster

Setting: Zeichnung und Erläuterung des Anlagenschemas am Flipchart; ergänzende filmische Elemente

Aufnahmeort: Technikraum Bioenergy 2020+ GmbH, Wieselburg

Die einzelnen Komponenten einer Biomasseheizung werden erklärt und Schritt für Schritt gezeichnet, sodass ein gesamtes Anlagenschema entsteht.

Die Komponenten sind:

- Brennstoffbunker (hier wird der Brennstoff oberirdisch eingebracht und gelagert)
- Austragungsschnecke (Transport des Brennstoffs zum Heizkessel)
- Wärmeerzeuger (Heizkessel)
- Rücklaufanhebung
- Wärmeverteilung (Heizkörper oder Fußbodenheizung)
- Wärmespeicherung (Pufferspeicher)
- Sicherheitseinrichtungen

Die Rücklaufanhebung ist im Fall der gezeigten Anlage auf 65 Grad eingestellt (bei Kleinanlagen sind auch 50 Grad ausreichend). Bei zu niedrigen Rücklaufftemperaturen resultieren thermische Spannungen des Kessels, was zu einer Schädigung des Kessels führen kann.

Der Pufferspeicher wird eingesetzt, um einen Taktbetrieb des Kessels zu vermeiden, sodass der Kessel möglichst lange bei Vollast betrieben werden kann (dies reduziert Emissionen im Vergleich zum Taktbetrieb).

Die Sicherheitseinrichtungen treten bei kritischen Anlagenzuständen in Aktion. Das Sicherheitsventil öffnet bei einem bestimmten Ansprechdruck (meistens 3 bar). Dies kann dann eintreten, wenn das Ausdehnungsgefäß kein Wasser mehr aufnehmen kann bzw. die Druckhalteeinrichtung nicht mehr arbeiten kann. Das Sicherheitsventil ist im Vorlauf eingebaut.

Das Ausdehnungsgefäß soll in der Rücklaufleitung in der Nähe des Pufferspeichers eingebaut sein.

Der Kessel hat als Sicherheitseinrichtungen noch eine thermische Ablaufsicherung und einen Sicherheitstemperaturbegrenzer. Die thermische Ablaufsicherung wird bei einer hohen Temperatur des Kesselwasser (95 Grad) aktiviert und kühlt Kessel (zusätzlicher Wärmetauscher im Kessel, kaltes Wasser wird hier durchgeschickt). Der Sicherheitstemperaturbegrenzer schaltet den Kessel über einer bestimmten Temperatur ab.

### ***Elemente einer Biomasse-Heizungsanlage***

Länge: 10.26 Min., Bezug auf Kap. 3.5.1, 3.5.6, 3.5.8 im Gewerkeraster)

Setting: Anlagenbegehung; Aufnahmeort: Technikraum Bioenergy 2020+ GmbH, Wieselburg

Die einzelnen Komponenten einer Biomasse-Heizungsanlage werden im Zuge einer Anlagenbegehung gezeigt und erklärt:

- Hackgutlager mit Rührwerk und Austragungsschnecke inkl. Rückbrandsicherung (über einer bestimmten Temperatur wird die Austragungsschnecke geflutet)
- Blick in die Brennkammer: man erkennt die Einschubschnecke hinten, vorne die Ascheaustragung und die Schamottverkleidung
- Zündgebläse
- Sicherheitseinrichtungen beim Kessel: Sicherheitstemperaturbegrenzer, thermische Ablaufsicherung, Sicherheitsventil
- Vorlaufleitung der Heizung

- Pufferspeicher
- Umwälzpumpen (Hocheffizienzpumpen): Primärkreis für die Rücklaufanhebung, Sekundärkreis für die Heizung
- Temperaturanzeigen Vorlauf, Rücklauf
- Drucksensor für die Drucküberwachung
- Filter für das Heizungswasser, Eisenpartikeln (z.B. durch Schweißen der Pufferspeicher eingetragen) werden magnetisch abgeschieden
- Wärmemengenzähler, dieser ist im Rücklauf eingebaut. Durch Messung der Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf und des Volumenstroms wird die aktuelle Wärmeleistung errechnet
- Strangreguliertventile: wenn alle Strangreguliertventile offen wären, ist das ein Zeichen dafür, dass der hydraulische Abgleich nicht durchgeführt wurde
- Schwerkraftbremse zum Verhindern von Rückzirkulation, wenn die Umwälzpumpe nicht läuft
- Plattenwärmetauscher, Systemtrennung zwischen zwei Heizkreisen
- Temperatursensor und Sicherheitstemperaturbegrenzer bei der Fußbodenheizung
- Druckhalteeinrichtung.

### ***Das Strangreguliertventil im Detail***

Länge: 6.33 Min., Bezug auf Kap. 3.5.13 im Gewerkeraster

Setting: Interview, während dessen ein Schnittmodell eines Strangreguliertventils gezeigt und erklärt wird; Aufnahmeort: Büro Bioenergy 2020+ GmbH, Wieselburg

Beim hydraulischen Abgleich einer Heizungsanlage werden die Volumenströme der einzelnen Verbraucher bzw. Heizkreise aufeinander abgestimmt, sodass vermieden wird, dass beispielsweise ein Heizkreis übertensorgt ist, während ein anderer unterversorgt ist. Die Einstellung der Durchflussmenge wird mit Hilfe eines Strangreguliertventils vorgenommen. An einem Handrad kann ein (vorher berechneter) Wert eingestellt werden, der die Öffnung des Strangreguliertventils und damit auch die Durchflussmenge reguliert.

Ein Schnittmodell eines Strangreguliertventils wird gezeigt: Ventilsitz, Dichtring, Anschluss für Entleerung, zwei Messnippel vor und nach dem Ventilsitz für die Messung des Differenzdrucks. Die Durchflussrichtung wird gezeigt.

Das Einsetzen der Messnadeln in die Messnippel (zur Durchführung einer Messung des Differenzdrucks) wird gezeigt. Der Volumenstrom kann bei bekanntem Differenzdruck, Handradposition und Dimension des Ventils berechnet werden.

Das Strangreguliertventil wird in der Regel in der Rücklaufleitung eingebaut, um übermäßige Temperaturbelastung zu vermeiden.



### 4.3 Die Moodle-Lernplattform

Die Moodle-Lernplattform ist gemäß der im Projekt behandelten Themenfelder gegliedert: Hochwärmedämmende Gebäudehülle, Thermographie, Sommertauglichkeit, Luftdichtheit, Passivhaus allgemein, Bauökologie / Materialien, Lüftungstechnik, Solarthermie, Photovoltaik, Biomasse-Heizungen. Pro Themenfeld gibt es einen Moodle-Kurs (ggf. auch mehrere Moodle-Kurse).

Ein Moodle-Kurs ist folgendermaßen aufgebaut:

1. Basisinformationen, Beschreibung des Problembereichs, Basisdokumente. Für den Moodle-Kurs zu Luftdichtheit sind diesbezüglich beispielsweise folgende Artikel zu finden: Warum luftdicht bauen, Die luftdichte Ebene, Text der OIB Richtlinie 6.
2. Clip it! Videos zum Themenfeld (inkl. Beschreibung der Inhalte der Filme).
3. Vertiefende und weiterführende Informationen: Downloads, Bücher, Normen, Websites zum Themenfeld.
4. Externe Videos zum Themenfeld (inkl. Kurzbeschreibungen). Dies sind in der Regel Filme von Herstellern, die die Ausführung bestimmter Bauabläufe demonstrieren.
5. Wissensüberprüfung: Eine Sammlung von Testfragen. Diese können von Lehrenden für Tests verwendet werden, eignen sich aber auch für die Wissensüberprüfung im Fall des Selbststudiums.

Link zur Moodle-Plattform: [kurse.clipit.at](https://kurse.clipit.at)

Im folgenden sind Screenshots verschiedener Elemente von Moodle-Kursen zu sehen:

- Gliederung des Moodle-Kurses „Luftdichtes Bauen“ (Abbildung 15)
- Clip it! Filme des Moodle-Kurses „Luftdichtheitstest“ (Abbildung 16)
- Externe Filme des Moodle-Kurses „Luftdichtes Bauen“ (Abbildung 17)
- Testfragen des Moodle-Kurses „Luftdichtes Bauen“ (Abbildung 18)

Clipit

NAVIGATION

Home

- My home
- Site pages
- My profile
- Current course
  - Luftdichtheit**
    - Participants
    - Badges
    - General
    - Luftdichtes Bauen
    - Der Luftdichtheitstest
- My courses

ADMINISTRATION

News forum

## Luftdichtes Bauen

- Warum luftdicht bauen
- Die luftdichte Ebene
- Text der OIB Richtlinie 6
- Clipit Videos zu luftdichtem Bauen
- Downloads, Bücher, Normen, Websites zu Luftdichtheit
- Externe Videos zu luftdichtem Bauen
- Wissensüberprüfung zu "Luftdichtes Bauen"

Abbildung 15: Übersicht über den Moodle-Kurs „Luftdichtes Bauen“

Clipit

NAVIGATION

Home

- My home
- Site pages
- My profile
- Current course
  - Luftdichtheit**
    - Participants
    - Badges
    - General
    - Luftdichtes Bauen
    - Der Luftdichtheitstest
      - Basisinfos Luftdichtheitstest
      - Clipit Videos zum Luftdichtheitstest**
      - Downloads zum Luftdichtheitstest
      - Externe Videos zum Luftdichtheitstest
      - Wissensüberprüfung zum "Luftdichtheitstest"
  - My courses

Die Clipit Videos:

Luftdichtheitsmessung - Grundlagen

from energieautark PRO

07:08

HD :: vimeo

ÖBA-Vortrag Teil 5: Luftdichtheitstest

from energieautark PRO

Abbildung 16: Clip it! Filme des Moodle-Kurses „Luftdichtheitstest“

Seite 86 von 108

Clipit

You are

NAVIGATION

Home

My home

Site pages

My profile

Current course

Luftdichtheit

Participants

Badges

General

Luftdichtes Bauen

Warum luftdicht bauen

Die luftdichte Ebene

Text der OIB Richtlinie 6

Clipit Videos zu luftdichtem Bauen

Downloads, Bücher, Normen, Websites zu Luftdichtheit

Externe Videos zu luftdichtem Bauen

Wissensüberprüfung zu "Luftdichtes Bauen"

Externe Videos zu luftdichtem Bauen

1. Generell gibt es eher wenige Videos, was die eingehende Diskussion des Themas an sich betrifft (warum

2. Viele Videos als "private Mitschnitte" sind *nicht brauchbar*, da zu leise bzw. unverständlich, nichts gut erk

3. Es gibt hingegen viele Videos von *Herstellern* einschlägiger Produkte (Dampfbremsen, Klebebänder etc.) zur *Ausführung* und hier vor allem die Verlegung von Folien, insbesondere von *Dampfbremsen*. Eine Zus

Man sieht an diesen Herstellervideos neben Fachlichem vor allem, dass alle an einem Strang ziehen mü: ihrer Ebene permanent lernen müssen, da immer wieder neue Produktlösungen auf den Markt kommen.

Dampfbremse verlegen

SIGA Primur Rolle - Dampfbremse auf verputztes M



0:52 / 4:06

Abbildung 17: Externe Filme des Moodle-Kurses zu Luftdichtheit (Ausschnitt)

Question 1

Not yet answered

Marked out of 1.00

Flag question

Edit question

Aus welchen bauphysikalischen bzw. haustechnischen Gründen sollte ein Gebäude luftdicht gebaut werden?

Select one or more:

☐ a. Aus hygienischen Gründen

☐ b. Um Schallbrücken zu vermeiden

☐ c. Vermeidung von Feuchteschäden

☐ d. Um Wärmebrücken zu vermeiden

☐ e. Aus statischen Gründen

Question 2

Not yet answered

Marked out of 1.00

Flag question

Edit question

In welcher österreichischen Norm, Gesetzgebung steht geschrieben, dass ein Gebäude luftdicht gebaut werden soll?

Select one or more:

☐ a. Nirgends

☐ b. In der OIB Richtlinie 6

☐ c. Im Energieausweisgesetz

☐ d. In der jeweiligen Landesbauordnung

Question 3

Not yet answered

Was ist der Unterschied zwischen luftdichter und winddichter Ebene? Warum braucht es diese zwei Ebenen?

Abbildung 18: Testfragen des Moodle-Kurses zu Luftdichtheit (Ausschnitt)

### 4.4 Schlussfolgerungen

#### *Filmwettbewerb*

Die Schwierigkeiten, den SchülerInnen-Filmwettbewerb in Gang zu bringen und sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht ausreichendes Filmmaterial aus dem Wettbewerb zu generieren, erwiesen sich als deutlich größer als erwartet.

Hinsichtlich wesentlicher Erfahrungen aus dem Wettbewerb kann festgehalten werden, dass:

- eine offensive Unterstützung des Wettbewerbs von zumindest einem Lehrer in einer Schule sehr wichtig ist, damit es tatsächlich zu Einreichungen von SchülerInnen kommt;
- es einzelne Schulen gab, die dem Projekt und dem Wettbewerb sehr offen und interessiert gegenüberstanden;
- es günstig ist, wenn zumindest ein Teil der Arbeit am Wettbewerb während der Unterrichtszeit erfolgen kann (in diesem Zusammenhang wurde in einigen Schulen auch die Möglichkeit thematisiert, Filme im Zuge von Diplomarbeiten zu erstellen);
- es schwierig ist, anfänglich geäußertes Interesse von SchülerInnen wachzuhalten, damit es dann auch tatsächlich zu Einreichungen kommt.

#### *Was macht gute didaktische Filme aus?*

Aufgrund von im Projekt durchgeführten Recherchen (Literatur, bestehende Filme) lassen sich folgende Schlussfolgerungen diesbezüglich ziehen (wobei auch erwähnt werden soll, dass pädagogikfokussierte Forschungsprojekte zur Untersuchung der hier vorgebrachten Punkte sinnvoll wären):

- Das Thema des Films sollte möglichst klar umrissen und aus dem Filmtitel unmittelbar erkennbar sein.
- Es dürften eher kurze Clips günstig sein: Die Fokussierung auf das gewählte Thema ist dadurch leichter zu erreichen – sowohl für die BearbeiterInnen des Clips wie auch für den Lehrenden. Auch dürfte die Barriere für den Lehrer, den Clip im Unterricht einzusetzen, geringer sein, da dann weniger Zeit von der eigentlichen Unterrichtszeit verbraucht wird.
- Optisch Unnötiges sollte weggelassen werden, um Ablenkungen zu vermeiden. Konsequenz wurde dies in der "Khan-Academy", einer der größten freien Video-Lernplattformen der Welt, umgesetzt. In Filmen der Khan-Academy sind beispielsweise auch SprecherInnen bzw. InterviewpartnerInnen nicht zu sehen, man sieht lediglich eine "elektronische Schultafel".
- Damit in Zusammenhang steht auch die Frage, wie wichtig es ist, dass didaktische Filme möglichst technisch aufwändig (z.B. durch Einsatz von Animationen) gemacht werden. Derartige Filme können zwar sehr attraktiv wirken, es bleibt aber die Frage, ob diese tatsächlich pädagogisch wirksamer sind. Von den Lehrenden wird tendenziell die Ansicht vertreten, dass die inhaltliche und didaktische Aufbereitung (deutlich) wichtiger als die technische Perfektion von didaktischen Filmen ist. Kritisiert werden diesbezüglich "Hochglanz-"Filme, die zwar mit hoher technischer Perfektion produziert sind, aber oft nicht speziell didaktisch aufbereitet sind bzw. thematisch zu wenig in die Tiefe gehen. Derartige Filme versetzen SchülerInnen eher noch mehr in eine passive Rolle des Zurücklehns und der didaktische Nutzen ist fraglich.

- Das differenzierte Feedback der Lehrenden zu verschiedenen im Projekt erstellten Filmen zeigt aber auch, dass es wichtig ist, gewisse Standards hinsichtlich der audiovisuellen Qualität (z.B. Ton gut verständlich, Beschriftungen gut lesbar, etc.) zu erfüllen, damit Filme attraktiv genug sind, um während des Unterrichts gezeigt werden zu können.
- Eine Analyse von Filmen, die von SchülerInnen als Lernhilfe für den Mathematikunterricht verwendet werden, zeigt, dass nicht unbedingt die Filme besonders beliebt sind, die möglichst „cool“ sind (d.h. Effekte oder witzige Einlagen enthalten), sondern jene, in denen ein mathematischer Sachverhalt möglichst verständlich erklärt wird. Ein Anbieten an SchülerInnen über einen möglichst "jugendlichen Stil" ist daher fraglich.
- Auch akustische Ablenkungen sollten vermieden werden. In diesem Zusammenhang ist oft ein unsensibler Einsatz von Hintergrundmusik bei bestehenden Filmen zu beobachten. Insbesondere bei Interviews wirkt der Einsatz von Hintergrundmusik störend.
- Falls der Film (auch) auf Interviews basiert, ist die Auswahl der InterviewpartnerInnen sehr bedeutsam. Idealerweise sollte ein Interviewpartner eine große Fachkompetenz mit einer guten Kommunikationskompetenz vereinen und nicht unter äußeren Zwängen stehen (d.h. möglichst nicht unter dem Einfluss von Herstellern oder Interessensverbänden stehen).
- Texteinblendungen sind ein gutes Mittel, um Filmszenen zu ergänzen. Diese Einblendungen können über das aktuell Gezeigte als "Overlay" gelegt werden oder der Film wird unterbrochen und der Text als separate "Textfolie" in den Clip eingefügt. Der Vorteil derartiger Einblendungen liegt darin, dass ein wenig Tempo aus dem Film genommen werden kann, insbesondere bei schnellsprechenden Interviewpartnern. Der Zusehender hat Zeit, neben dem eingeblendeten Text auch über das eben gerade Gesagte kritisch nachzudenken.

### *Welche Arten von Filmen werden von Lehrenden gewünscht? Wo liegt der Nutzen von Clip it! Filmen?*

Gewünscht werden Filme zu Aspekten, die Lehrende nicht so einfach im Klassenzimmer über direkte Anschauung erläutern bzw. nicht direkt im Klassenzimmer umsetzen können. Beispiele dafür sind Baustellenaufnahmen, ein auslösendes Sicherheitsventil (bei Anlagenstagnation) oder die Aufnahme einer Luftdichtheitsmessung. Dieser Anspruch kann einerseits durch im Projekt Clip it! erstellte Filme (Filme, die auf Baustellenaufnahmen basieren) zum Teil erfüllt werden, andererseits durch die empfohlenen externen (d.h. nicht im Projekt erstellten) Filme, welche in die Moodle-Lernplattform eingebunden sind.

Weiters wird eine sinnvolle Möglichkeit für den Einsatz von Filmen gesehen, dass damit ein Experte „virtuell in das Klassenzimmer geholt“ werden kann. Diesem Anspruch werden Clip it! Filme in hohem Maß gerecht, da diese zum Großteil auf ExpertInnen-Interviews basieren.

Ein weiterer wesentlicher Nutzen der Clip it! Filme wird darin gesehen, dass diese auch für die Unterrichtsvorbereitung von Lehrenden bzw. für die LehrerInnenfortbildung sinnvoll eingesetzt werden können, auch wenn dann die Filme im Unterricht nicht gezeigt werden.

Ein sinnvoller Mehrwert für Lehrende besteht darin, wenn bereits im Internet vorhandene Filme gesichtet und auf didaktische Verwendbarkeit hin bewertet sind (z.B. Herstellerfilme zu WDVS-Verklebung, Luftdichtheit, etc.). Dies wurde mit Hilfe der Moodle-Lernplattform umgesetzt, in die derartige externe Schulungsfilme eingebunden sind.



Kontroversiell wird die Frage des Nutzens von Filmen bei Themen bzw. Fragestellungen gesehen, die Lehrende auch selbst gut während des Unterrichts entwickeln können. Einerseits kann es lehrreicher sein, wenn ein Detail Schritt für Schritt an der Tafel bzw. am Flipchart vom Lehrer selbst entwickelt wird. Dem steht die Meinung gegenüber, dass Filme zu derartigen Themen trotzdem sinnvoll sein können, da sie für die Unterrichtsvorbereitung eingesetzt werden können.

### *Abgrenzung zu existierenden Schulungsfilmen*

Es hat sich gezeigt, dass das im Rahmen von Clip it! produzierte Filmmaterial eine „Marktlücke“ füllt – in dem Sinn, dass es kaum vergleichbares frei verfügbares Material gibt.

Die im Projekt Clip it! erstellten Filme heben sich insofern von den meisten existierenden Schulungsfilmen ab, als sie eine gewerkeübergreifende und herstellerunabhängige Sichtweise präsentieren, auch grundlegende Fragen stellen und Zusammenhänge aufzeigen und das didaktische Element in den Mittelpunkt stellen. Die Clip it! Filme sind stark planerisch orientiert und gehen diesbezüglich in eine Tiefe, wie sie bei frei verfügbaren Filmen in der Regel nicht zu finden ist.

### *Making Of – Bedarf an Equipment und Einarbeitungszeit*

Es ist möglich, mit moderatem Aufwand an Equipment (Hardware, Software) didaktische Filme in akzeptabler Qualität herzustellen. Details dazu (welches Equipment wurde verwendet, welche Erfahrungen wurden bei der Produktion der Filme gemacht) sind in Kap. 3.4 „Erstellen der Filme - Erfahrungen aus dem Projekt“ beschrieben.

Als sehr wichtig hat sich das Finden von fachlich und rhetorisch guten InterviewpartnerInnen erwiesen. Auch eine entsprechende Vorbereitung des Interviews (Zusammenstellen und Schicken der Fragen vorab an den Interviewpartner) ist vorteilhaft.



## 5 Ausblick und Empfehlungen

### *Klären von grundlegenden Forschungsfragen*

Eine grundlegende Forschungsfrage, den Einsatz des Mediums Film im Unterricht betreffend, ist: Inwieweit helfen (Kurz-)Filme dem Unterricht, inwieweit sind Erwartungen in dieses Lehrmittel überzogen? Wie können Videos am besten eingesetzt werden?

Damit in Zusammenhang steht die Frage nach dem optimalen Mix beim „Blended Learning“: Wieviel kann ein Film zur Wissensvermittlung beitragen, wieviel hängt vom Lehrer ab? Wie kann der Erfolg beurteilt und ggf. sogar objektiv gemessen werden?

Aufgrund der Erfahrungen rund um die von den USA ausgehende Online-Bildungsfilmplattform „Khan-Academy“ scheint gesichert, dass der Einsatz von Filmen in der Schule sehr positiv wirken kann, zumindest im Bereich Mathematik. Hier wäre aber auch eine entsprechende weitere Integration in die Ausbildung bzw. Fortbildung von LehrerInnen wichtig, um zu zeigen, wie Filme eingesetzt werden können. Hier hat sich die Khan-Academy bereits viele Gedanken gemacht und auch bereits eine freie Software entwickelt, mit der SchülerInnen ihren Lernfortschritt messen können und automatisch zielführende Filme als nächste empfohlen erhalten.

Der Einsatz von Filmen im Unterricht als Thema konnte im Projekt im Rahmen der drei Fortbildungsveranstaltungen thematisiert werden, eine tiefergehende Auseinandersetzung würde aber entsprechende Forschungsarbeiten erfordern.

Für die Klärung dieser Forschungsfrage(n) wäre eine Einbindung der Pädagogischen Akademien sowie einschlägiger universitärer Institute im Bereich Pädagogik (mit Schwerpunkt „E-Learning“) essentiell.

### *Umfassende Dokumentation realer Projekte*

Viele im Beruf Stehende bestätigen, dass man am meisten am realen Projekt selbst lernt, die Theorie wird erst dann richtig verinnerlicht. Dies geschieht oft auch erst nach Beendigung der Schule. Die Idealvision einer künftigen Arbeit wäre ein „durchgefilmtes“ (d.h. umfassend dokumentiertes), aber dennoch reales Projekt, aufbereitet für den Schulunterricht.

Eine derartige Dokumentation ist zweifellos mit großen Herausforderungen verbunden, beispielsweise, dass auch bei vorhandenem Projekt und kooperativen Beteiligten die Schwierigkeit besteht, in den entscheidenden Momenten mit guter Video- und Audioausrüstung zur richtigen Zeit am richtigen Ort zu sein. Zu empfehlen wäre daher zunächst die Eingrenzung auf ein Teilgebiet, z. B. Lüftungsanlage. In jedem Fall werden bei diesem Ansatz des „Durchfilmens“ sicher auch die Grenzen des Dokumentierens erreicht, denn eine vollständige Dokumentation käme im Grunde einer „Totalüberwachung“ aller Eingebundenen gleich, die sicher niemand akzeptiert bzw. eine kreative Atmosphäre ausschliesse. Die Kunst bestünde darin, einen gangbaren Mittelweg zu finden.

### *Etablieren einer größeren „Community“, die didaktische Filme produziert*

Planerische Lehrvideos könnten in größerer Zahl von einer „Community“ erstellt werden, anstatt von einigen wenigen. Dies ist zumindest im Bereich der Mathematik bereits passiert, in dem es viele freie Lernvideos gibt.

Um die Etablierung einer derartigen Community zu unterstützen, sind entsprechende Anleitungen sinnvoll (im Sinne von: Welche Mittel können wo eingesetzt werden?). Beispielsweise kann eine einfache Zeichnung auf dem Papier oder dem Flipchart, mit den richtigen erklärenden Worten unterlegt, effektiver sein als eine aufwändig erstellte Computeranimation, während andererseits für manche Aspekte Computeranimationen sich besonders eignen.

### *Langfristige Perspektive vergleichbarer Aktivitäten*

Eine Frage ist, ob bzw. wie Aktivitäten wie jene im Projekt gestaltet werden können, sodass sie langfristig unabhängig von finanzieller Förderung sind.

Eine Lösung, bei der die Produktunabhängigkeit gewahrt bleibt, ist, dass der Nutzer (Betrachter) dafür zahlt, z. B. im Rahmen eines kostenpflichtigen Webinars, in dem Fragen zu verfügbaren Filmen live beantwortet werden. Derartige Geschäftsinitiativen sollten unterstützt (nicht unbedingt nur finanziell) bzw. zumindest ausgetestet werden.

Es wurde auch erwogen, didaktische Kurzfilme, die nach dem Projektende produziert würden, kommerziell im Internet anzubieten. Allerdings dürfte die Marktchance dafür aufgrund einer tendenziell vorherrschenden „Gratis-Mentalität“ („Die Leute wollen alles gratis“) gering sein. Die Idee wurde aber nicht völlig aufgegeben.

Weiters wird überlegt, ob Filme wie in Clip it! produziert (mit einem didaktischen und planerischen Fokus) im Sinne einer Dienstleistung Bildungsinstitutionen oder Herstellern angeboten werden können.

## 6 Literaturverzeichnis

Fey Anja (2002): Audio vs. Video: Hilft Sehen beim Lernen? Vergleich zwischen einer audiovisuellen und auditiven virtuellen Vorlesung. In: Unterrichtswissenschaft 30 (2002) 4, S. 331–338

Khan Salman (2013): Die Khan-Academy: Die Revolution für die Schule von morgen. Riemann Verlag.

Klima- und Energiefonds (2010): Neue Energien 2020. Forschungs- und Entwicklungsprogramm 4. Ausschreibung 2010. Leitfaden für die Projekteinreichung.

Spitzer Manfred (2012): Digitale Demenz: Wie wir uns und unsere Kinder um den Verstand bringen. Verlag Droemer.

Yousef Ahmed M. F., Chatti Mohamed A., Schroeder Ulrike (2014): Video-Based Learning: A Critical Analysis of The Research Published in 2003-2013 and Future Visions. In: eLmL 2014. The Sixth International Conference on Mobile, Hybrid, and On-line Learning, S. 112-119

## 7 Anhänge

### 7.1 Anhang 1: Inhaltliche Beschreibung und Bewertung von externen Filmen zu Biomasseheizungen und deren Komponenten

*Verfasst von Christoph Strasser (Bioenergy 2020+ GmbH)*

#### **Hargassner Heiztechnologie – Hackgutheizungen**

[https://www.youtube.com/watch?v=9465\\_g1Fnv0](https://www.youtube.com/watch?v=9465_g1Fnv0)

Dauer: 10:32 Minuten. 77.253 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Inhalt umfangreich. Spannt den Bogen von der Produktion der Kessel bis zu Energiepflanzen. Der Film bringt eine Vorstellung unterschiedlicher Kessel und unterschiedlicher Brennstofflagersysteme. Es erfolgt die Erwähnung von Wärmecontracting. Es werden sehr gute schematische Darstellungen von der Rückbrandsicherung, dem Kessel, der Zündung, der Aschebox, dem Grafikdisplay usw. gezeigt.

Einzelne Aussagen, wie zur Senkung der Heizkosten, gelten nur unter bestimmten Rahmenbedingungen, darauf wird nicht eingegangen.

Begrifflich wird eine in der Branche weit verbreitete falsche Bezeichnung für Miscanthus verwendet. Dieser Rohstoff wird im Video fälschlicherweise als „Elefantengras“ bezeichnet. Das echte Elefantengras ist dem Miscanthus sehr ähnlich, wächst aber deutlich höher.

Didaktisch: Professionelles Firmenvideo. Erklärungen durch professionellen Sprecher. Logischer Aufbau. Sehr gute Visualisierung von Teilen des Heizsystems. Für Schulungszwecke sehr gut geeignet.

#### **Fröling Hackgutkessel T4**

<https://www.youtube.com/watch?v=dGVtTWqGPKQ>

Dauer: 10:15 Minuten. 22.821 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Inhalt umfangreich. Erklärung des Brennstoffs Hackgut. Vorstellung der modularen Bauweise, um auch durch normale Türen zu passen. Erwähnung des Plug-and-Play Prinzips der Kessel. Vorstellung der Lagersysteme inkl. Hackschnitzeltankwagen. Die patentierte Zweikammern-Zellradschleuse als Rückbrandsicherung kommt vor. Die Erklärung der Funktionsweise des Kessels, inklusive Befüllung, Zündung, Luftklappen, Wärmetauscher, Kipprost, Regelung und Bedieneinheit als Touch-Display, Bedienung über Handy und Fernüberwachung via Modem ist der zentrale Teil des Films. Die Möglichkeit zur Kombination mehrerer Kessel in Kaskadenschaltung wird gezeigt. Die Erwähnung der Zertifizierung nach „Blauer Engel“ und „Österreichisches Umweltzeichen“ runden das Bild ab.

Didaktisch: Professionelles Firmenvideo. Erklärungen durch professionellen Sprecher. Logischer Aufbau. Sehr gute Visualisierung von Teilen des Heizsystems. Für Schulungszwecke sehr gut geeignet.

### ***Fröling Pelletsessel P4 - Pellet***

<https://www.youtube.com/watch?v=jtLpAuDD2Ik&feature=related>

Dauer 9:24 Minuten. 24.132 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Der Inhalt ist umfangreich. Der Film zeigt am Beginn die eigene Produktion. Patentierte Systeme werden erwähnt. Der Brennstoff Pellets wird erklärt. Die CO<sub>2</sub>-Neutralität kommt zur Sprache. Die Einbringung des Kessels ist in Teilen möglich, um auch durch normale Türen in den Keller zu kommen. Der Plug-and-Play Anschluss wird erwähnt. Unterschiedliche Lagersysteme werden gezeigt und erklärt: das Pelletssaugsystem, das Pellet-Schnecken-Saugsystem, der Sacksilo, der große Vorratsbehälter direkt am Kessel zur manuellen Befüllung und der Erdlagertank. Die Anlieferung mit dem Pelletspumpwagen wird gezeigt. Gute Animationen des Kessels sind zu sehen. Das Schleusensystem für Pellets wird gezeigt und erklärt. Die Zündung ist zu sehen, die Brennkammer und der Wärmetauscher. Die automatische Reinigung mittels Spiralfedern wird gezeigt. Die herausnehmbare Aschelade wird gezeigt. Für Niedrigenergiehäuser ist der raumluftunabhängige Betrieb möglich. Die Bedieneinheit am Kessel ist zu sehen und das Raumbediengerät, die mögliche Visualisierung am PC und die Bedienung per Handy. Es wird erwähnt, dass eine Nachrüstung zum Brennwertkessel möglich ist. Erwähnung der Zertifizierung „Blauer Engel“ und „Österreichisches Umweltzeichen“.

Didaktisch: Professionelles Firmenvideo. Erklärungen durch professionellen Sprecher. Logischer Aufbau. Sehr gute Visualisierung von Teilen des Heizsystems. Für Schulungszwecke sehr gut geeignet.

### ***ETA Heiztechnik (Pellets, Hackgut, Stückholz, Elefantengras)***

<https://www.youtube.com/watch?v=27TMNdLonJU>

Dauer: 6:29 Minuten. 5.551 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Film zeigt die Produktentwicklung. Das Pufferkonzept und verschiedene patentierte von dieser Firma entwickelte Komponenten werden erwähnt. Die moderne Fertigung inklusive Montage wird gezeigt. 20.000 Kessel können pro Jahr produziert werden. Im Vergleich zu den vorher begutachteten Videos der Fa. Hargassner und Fa. Fröling hat dieser Film eher den Charakter eines Imagevideos. Der fachliche Inhalt ist dementsprechend geringer ausgeprägt.

Didaktisch: Professionelles Firmenvideo. Erklärungen durch professionellen Sprecher. Für Schulungszwecke bedingt geeignet.

### ***Eta Holzvergaserkessel Anheizen***

<https://www.youtube.com/watch?v=e2Y0A-BDaxE>

Dauer: 2:44 Minuten. 92.665 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Zeigt das Anheizen eines Stückholzkessels. Die Befüllung mit Scheitholz wird im Zeitraffer dargestellt.

Didaktisch: Schülervideo. Kein erklärender Ton. Originalgeräusche, wie das Knistern des Feuers, sind zu hören.

### ***So funktioniert die Pelletheizung KWB Easyfire mit CleanEfficiency-Technologie***

<https://www.youtube.com/watch?v=2naBE56yM9I>

Dauer: 3:56 Minuten. 99.163 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Zeigt Pelletszufuhr in den Kessel und Zündung der Pellets. Darstellung des optimalen Ausbrands. Der Staubabscheider mit Zyklonwirkung wird gezeigt und erklärt. Die Breitband-Lambda-Sonde wird erwähnt. Die Wirkung des Wärmetauschers inklusive Wirbulatorien wird erklärt. Die Wärmetauscherreinigung und die Ascheentfernung mit der Aschebox auf Rollen werden gezeigt.

Didaktisch: Professionelles Firmenvideo. Erklärungen durch professionellen Sprecher. Etwas abrupter Einstieg. Logischer Aufbau. Sehr gute Visualisierung von Teilen des Heizsystems. Sehr gut für Schulungszwecke geeignet.

### ***Windhager FireWIN - Animation***

[https://www.youtube.com/watch?v=8gm7aJ\\_dq6g](https://www.youtube.com/watch?v=8gm7aJ_dq6g)

Dauer: 3:00 Minuten. 2.629 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Zeigt die Befüllung eines Pelletslagers, sowie das Pelletsaugsystem und einen Zimmerkessel im Schnittbild. Der Brennertopf ist zu sehen, die Luftzufuhr und das Zünden der Feuerung. Die Abgase sind gut sichtbar animiert und auch die Ascheabscheidung im Wärmetauscher.

Didaktisch: Professionelle Animation. Kein erklärender Ton. Nur mit ergänzenden Erklärungen für Schulungszwecke geeignet.

### ***Atmos Heizkessel - Folge 1***

<https://www.youtube.com/watch?v=0khOdNw5ltw>

Dauer: 9:54 Minuten. 164.133 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Zeigt am Beginn die Firmengeschichte des Unternehmens aus der Tschechischen Republik. Das Prinzip der Holzvergasung bei Stückholzkesseln wird gezeigt. Es wird die Wichtigkeit der richtigen Dimensionierung von Kesseln erwähnt. Es wird auch ein Kombikessel Kohle/Holz gezeigt. Ein angeflanschter Pelletsbrenner wird auch gezeigt. Es wird auf die Kamindimensionen (Durchmesser und Höhe) eingegangen. Die Pufferspeicher werden gezeigt und deren Nutzen erklärt. Der Ladomat 21, der zur Befüllung eines Puffers und optimalen Wärmeschichtung verwendet werden kann, wird gezeigt. Mischventile und Pumpen werden gezeigt, inkl. Sicherheitsventil, und das Druckausgleichsgefäß. Die Wichtigkeit eines Filters wird angesprochen.

Die Geräte der Fa. Atmos sind technologisch nicht am gleich hohen Stand wie jene der österreichischen Hersteller (Hargassner, Fröling, Eta, Windhager, KWB, ...). So ist zum Beispiel der im Film kurz gezeigte Anflanschbrenner für Pellets in Österreich nicht bzw. kaum verkäuflich. Die Stückholzkessel der Fa. Atmos sind in Österreich erhältlich, relativ preisgünstig und haben somit einen gewissen Marktanteil.



Didaktisch: Professionelles Firmenvideo. Erklärungen durch professionellen Sprecher. Ab ca. der Mitte ist der Film gut für Schulungszwecke geeignet, da er neben dem Kessel auch auf Puffer, Ventile und Pumpen eingeht.

### ***Atmos Heizkessel - Folge 2***

<https://www.youtube.com/watch?v=rzYQZDYmkvk>

Dauer: 9:48 Minuten. 94.005 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Schließt an die Folge 1 an und erklärt Details für Stückholzheizungssysteme. Zeigt die thermische Ablaufsicherung und erklärt diese. Zeigt weitere Möglichkeiten, wie eine Überheizung vermieden werden kann. Die Kontrollfeuerung und Einweisung der Benutzer inkl. Reinigung wird dargestellt. Der Zugregler wird gezeigt und erklärt. Die Möglichkeit des Betriebs mit Naturzug (ohne Saugzugventilator) wird erwähnt. Die Primär- und Sekundärluftverstellung wird gezeigt. Das Anzünden wird gezeigt und erklärt, sowie die Ascheentnahme und die Reinigung des Kessels. Der Austausch von Schamotteelementen wird gezeigt und erklärt.

Die gezeigten Regelungs- und Bedienungselemente des Kessels entsprechen nicht dem hohen technologischen Stand vergleichbarer Kessel von österreichischen Herstellern.

Didaktisch: Professionelles Firmenvideo. Erklärungen durch professionellen Sprecher. Für Schulungszwecke ist nur etwa die erste Hälfte des Films geeignet. Die zweite Hälfte ist vor allem für die Besitzer eines Atmos Kessels interessant. Es gibt dann dazu noch einen dritten Teil.

### ***Gilles Zellenrad mit langem Hackgut einer Hackschnitzelheizung***

<https://www.youtube.com/watch?v=RaXtoAHW678>

Dauer: 0:59 Minuten. 7.938 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Zeigt, wie eine robust ausgelegte Zellradschleuse überlange Holzstücke abwickelt.

Didaktisch: Auf den ersten Blick ist möglicherweise nicht klar erkennbar, was gezeigt wird. Kein erklärender Ton. Nur mit ergänzenden Erklärungen für Schulungszwecke einsetzbar.

### ***GILLES: Bunker mit Rolltor bei einer Hackschnitzelheizung***

<https://www.youtube.com/watch?v=RbiexISq-EU>

Dauer: 1:26 Minuten. 16.184 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Zeigt ein modernes Hackgutlager für eine mittelgroße Feuerung bzw. für ein Heizwerk.

Didaktisch: Kein erklärender Ton. Nur mit ergänzenden Erklärungen für Schulungszwecke einsetzbar.

### **GILLES : Zündung HPK-RA 15 Pelletheizung**

<https://www.youtube.com/watch?v=4dRbu3QbaDE>

Dauer: 4:13 Minuten. 12.177 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Der Film zeigt die Zündung in Echtzeit.

Didaktisch: Kein erklärender Ton. Störende Hintergrundgeräusche und Stimmen. Nur mit ergänzenden Erklärungen für Schulungszwecke einsetzbar.

### **GILLES HPK-RA 30 Pelletsheizung + Stückholz**

<https://www.youtube.com/watch?v=E6j9giekYd8>

Dauer: 1:46 Minuten. 4.270 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Zeigt einen Pellets/Stückholz-Kombikessel inklusive der Handhabung der Aschebox.

Didaktisch: Professionelles Firmenvideo, jedoch kein erklärender Ton. Nur mit ergänzenden Erklärungen für Schulungszwecke einsetzbar.

### **Nachhaltig Heizen - mit Holz**

[https://www.youtube.com/watch?v=Z0nh7TT6XJs&feature=plcp&context=C3fe4694UDOEgsToPDskIxxP8\\_TRCKUvRmwY\\_M1J8](https://www.youtube.com/watch?v=Z0nh7TT6XJs&feature=plcp&context=C3fe4694UDOEgsToPDskIxxP8_TRCKUvRmwY_M1J8)

Dauer: 5:27 Minuten. 4.439 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich richtig, Spannt den Bogen von allgemeinen Brennstoffen zu Holz. Die CO<sub>2</sub>-Relevanz wird erläutert. Die geringen Wirkungsgrade offener Feuerstellen werden angesprochen. Eine Übersicht über Holzheizungssysteme wird gegeben. Die Finanzierung einer Holzheizung wird angesprochen (jedoch für Deutschland). Die Durchforstung des Waldes wird erwähnt und die Landschaftspflege. Die regionale Wertschöpfung von Holzbrennstoffen wird erläutert.

Didaktisch: Video der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR). Verschiedene Interviewpartner werden gezeigt. Technische Details werden kaum gezeigt. Der Film eignet sich als Einstieg in die Thematik Biomasseheizsysteme sehr gut.

### **Scheitholz, Pellets und Co.**

[https://www.youtube.com/watch?v=aOmcr3KiIW4&feature=plcp&context=C341721cUDOEgsToPDskIF\\_Pik8PwX5Y-gw81iJ0Z3](https://www.youtube.com/watch?v=aOmcr3KiIW4&feature=plcp&context=C341721cUDOEgsToPDskIF_Pik8PwX5Y-gw81iJ0Z3)

Dauer: 7:16 Minuten. 11.536 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich richtig. Die Herstellung der unterschiedlichen Brennstoffe wird gezeigt. Z. B. der günstige Brennstoff Stückholz für Selbstversorger. Nutzer geben Erklärungen zur Anwendung ihrer Heizung ab. Die Hackguterzeugung und die Durchforstung werden gezeigt. Die Trocknung der Brennstoffe wird thematisiert, inklusive Wassergehalt und Heizwert. Die Kosten werden thematisiert. Die Pelletsherstellung wird gezeigt und erklärt. Es wird erwähnt, dass es 14 Millionen Feuerstätten in Deutschland gibt, wovon nur ein kleiner Anteil mit modernen Biomasseheizsystemen ausgestattet ist.

Didaktisch: Video der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR). Verschiedene Interviewpartner werden gezeigt. Technische Details werden kaum gezeigt. Der Film eignet sich als Einstieg in die Thematik Biomassebrennstoffe für unterschiedliche Biomasseheizsystemen sehr gut.

### **Holzheizung - Hightech für die Umwelt**

<https://www.youtube.com/watch?v=L5PmA8yRgpk>

Dauer: 6:39 Minuten. 9.959 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Die Verbrennung in zwei Schritten wird anhand eines Stückholzkessels erklärt. Eine Person aus dem Forstbereich erklärt dies anhand eines Schnittbildes. Sensoren werden erwähnt und die Regelung mittels einstellbaren Gebläsen. Im Winter brauche man nur alle 12 Stunden nachlegen, wie erläutert wird. Ein Pelletskessel wird kurz erklärt. Es wird auf die Qualität des Brennstoffs eingegangen. Es wird der CO<sub>2</sub>-Kreislauf erklärt und die Treibhausgasrelevanz. Die Notwendigkeit der Heizlastberechnung wird erwähnt. Die Prüfstände der akkreditierten Prüfstellen werden erwähnt und die wichtigsten Emissionen, die bei modernen Biomassefeuerungen bereits sehr gering sind. Ein Experte erklärt den Unterschied zwischen CO<sub>2</sub>- und CO-Emissionen. Es wird erklärt, dass gute Pelletskessel den strengen Grenzwert von 20 mg/m<sup>3</sup> für Staub noch unterschreiten. Es werden auch Qualitätshackschnitzel erwähnt.

Stromerzeugende Heizungen werden gezeigt, welche laut Kommentar kurz vor der Markteinführung stünden. Einzig diese Aussage ist zu relativieren: Stromerzeugende Heizungen für Einfamilienhäuser sind aktuell in Entwicklung. Eine erfolgreiche Markteinführung wird noch länger auf sich warten lassen. In diesem Bereich sind in den letzten Jahren einige Hersteller durch verfrühte die Vermarktung noch nicht ausgereifter Systeme gescheitert.

Didaktisch: Video der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR). Didaktisch gut aufgebaut. Eignet sich gut, um einen Überblick über das moderne Holzheizen zu bekommen.

### **Trendbrennstoff Holzpellets**

[https://www.youtube.com/watch?v=50B24NnhYHc&feature=plcp&context=C3947b4aUDOEgsToPDskJYL\\_PMIfnWopXK2srfMUBV](https://www.youtube.com/watch?v=50B24NnhYHc&feature=plcp&context=C3947b4aUDOEgsToPDskJYL_PMIfnWopXK2srfMUBV)

Dauer: 7:57 Minuten. 9.957 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt (bis auf ein Detail). Die Energiedichte und Heizwertvorteile werden erwähnt. Ein modernes Einfamilienhaus mit Solarthermieanlage und kleiner Pelletsanlage wird gezeigt und erläutert. Das Marktanreizprogramm der deutschen Bundesregierung wird erwähnt. Ein Besitzer einer Pelletsheizung gibt Erklärungen ab. Die groben Auslegungskriterien für einen Pelletslagererraum mit ca. 1 m<sup>3</sup> Lagererraum pro kW Nennlast werden erwähnt. 2 bis 2,5 t Jahresverbrauch im Neubau werden angegeben. Die wasserführenden Pelletöfen werden gezeigt, welche ca. 15% der Wärme an den Raum abgeben, der Rest geht in das Wasser für die Zentralheizung. Ein geringer Ascheanteil von 1% von Pellets wird erwähnt. Hier ist anzumerken, dass Qualitätspellets nach Europäischer Norm EN 14961-2, Klasse A1, einen Aschegehalt von max. 0,7% aufweisen dürfen. Altbauten brauchen 3 bis 4 t Pellets pro Jahr. Es werden die ENplus Qualitätspellets erwähnt. Hier ist zu kommentieren, dass diese der EN 14961-2 (siehe <http://www.enplus-pellets.at/>) entsprechen. Ein Kesselbesitzer gibt Erklärungen ab zu

Pelletslager, Brenner und Ascheentsorgung. Es wird erwähnt, dass das System für den Altbau inkl. Solarthermieanlage fast 30.000 Euro gekostet hat. Lagersysteme wie Gewebe- und Erdtanks werden gezeigt.

Didaktisch: Video der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR). Ist mit einzelnen zusätzlichen Erklärungen, z.B. zu den Fördermöglichkeiten in Österreich, gut einsetzbar.

### ***Mediathek der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) in Deutschland***

Die Mediathek der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe bietet neben Filmen zu Biomassebrennstoffen und Biomasseheizsystemen auch weitere hochwertige Materialien wie z.B. das „Handbuch Bioenergie Kleinanlagen“. Auch speziell für Schule und Beruf aufbereitetes Schulungsmaterial steht dort zum kostenfreien Download bereit (siehe: <http://mediathek.fnr.de/>).

### ***Einbau Pelletsheizung***

<https://www.youtube.com/watch?v=wxw6Y1RAMX8>

Dauer: 5:16 Minuten. 28.913 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. In diesem Film wird die Thematik von veralteten Heizsystemen erläutert. Die Pelletsbrennstoffpreise werden grafisch übersichtlich im Vergleich zu fossilen Brennstoffen dargestellt. Es wird gezeigt, wie eine alte Heizanlage abgebaut wird und eine neue Pelletsheizung installiert wird. Der Ausbau des alten Öllagertanks und der Bau des neuen Pelletslagers werden ebenfalls gezeigt. Die CO<sub>2</sub>-Neutralität wird erwähnt. Förderungen von Bund und Kantonen in der Schweiz werden erwähnt.

Didaktisch: Ein Video der Initiative Klima aus der Schweiz. Gut aufgebaut. Professioneller Sprecher. Ist mit einzelnen zusätzlichen Erklärungen, z.B. zu den Fördermöglichkeiten in Österreich, gut einsetzbar.

### ***Pelletspresse für Miscanthus***

<https://www.youtube.com/watch?v=TjbHyGcTwLo>

Dauer: 1:44 Minuten. 11.214 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Es wird die Erzeugung von Miscanthuspellets im landwirtschaftlichen Maßstab gezeigt. Achtung, hier braucht es unbedingt die Zusatzklärung, dass es sich hierbei nicht um Normpellets nach EN 14961-2 handelt und dass diese Pellets nur in dafür geeigneten Feuerungen verwendet werden dürfen. Auch hier wird in einer ersten Einblendung ein Firmenschild mit der fälschlichen Bezeichnung „Elefantengras“ gezeigt.

Didaktisch: Laienvideo. Originalton ohne Erklärungen. Mit zusätzlichen Erklärungen kann dieses Video für Schulungszwecke eingesetzt werden.

### **Hydraulischer Abgleich**

<https://www.youtube.com/watch?v=hgMBy0Hie6g>

Dauer: 2:13 Minuten. 6.142 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Das Thema ist grundsätzlich nicht biomassespezifisch, sondern bei allen wasserführenden Heizsystemen relevant. Es wird sehr anschaulich erläutert, warum der hydraulische Abgleich wichtig ist. Es wird gezeigt, wie mit einer speziellen Software hier vorgegangen wird.

Didaktisch: Animationsfilm der Fa. Viessmann mit Texteinblendungen, aber ohne Ton. Dieser Film ist gut für den Einstieg in die Thematik geeignet.

### **Hydraulischer Abgleich Tutorial - Berechnung der Voreinstellung mit der Datenscheibe**

[https://www.youtube.com/watch?v=OLoZfrXyVDs&list=UUUOtdcpUacaPG\\_jszKAC3hA](https://www.youtube.com/watch?v=OLoZfrXyVDs&list=UUUOtdcpUacaPG_jszKAC3hA)

Dauer 19:34 Minuten. 27.826 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Das Thema ist grundsätzlich nicht biomassespezifisch, sondern für alle wasserführenden Heizsysteme relevant. Die Voreinstellungen am Heizkörperventil werden mittels der Datenscheibe der Fa. Danfoss sehr detailliert erläutert. Der Berechnungsansatz der Datenscheibe wird erklärt. Die unterschiedlichen Ventiltypen werden erläutert, auch jene, welche z.B. für Heizungen mit Pelletkessel passen. Es wird erwähnt, dass Brennwertgeräte mit einer ev. größeren Temperaturspreizung nicht mit der Datenscheibe eingestellt werden können, dazu braucht es dann eine eigene Software. Die minimale Pumpenförderhöhe einer Hocheffizienzpumpe kann ebenfalls ermittelt werden. Auszüge aus einem Simulationssystem für ein Heizungssystem werden gezeigt und erklärt.

Es wird der geringe Differenzdruck am Thermostatventil von 50 mbar mit seinen Vorteilen erklärt (z.B. kleinere Pumpenförderhöhe = geringerer Strombedarf). Das Thema Betriebssicherheit wird angesprochen (integrierte Spülfunktion). Das Anlagenspülen und die Wasseraufbereitung werden erwähnt. Als Alternative zur Datenscheibe gibt es auch eine App für das Smartphone, um die Einstellungen durchzuführen. Es wird auch erläutert, unter welchen Umständen die Datenscheibe/App nicht verwendet werden darf. Dieser vereinfachte Abgleich, welcher in drei Minuten je Heizkörper erfolgen kann, soll 6 - 8% Energieeinsparung bringen. Weiteres umfangreiches Material findet sich unter <http://www.hydraulischer-abgleich.de>. Für umfangreichere und genauere Einstellung gibt es die Software DanBasic V zum kostenlosen Download.

Didaktisch: Der Film ist als Internet Seminar aufgebaut. Es werden Folien eingeblendet und diese ausführlich erläutert. Sehr gut aufgebaut.

### **Alte Umwälzpumpen kosten Strom ohne Ende**

<https://www.youtube.com/watch?v=iqNTiViA3Y8>

Dauer: 6:52 Minuten. 48.103 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Das Thema ist grundsätzlich nicht biomassespezifisch, sondern bei allen wasserführenden Heizsystemen relevant. Es wird ein Heizkeller gezeigt und anhand von Thermometern die Vorlauf- (60 °C) und Rücklauftemperatur (30 °C) gezeigt und erklärt, was es

bedeutet, wenn die Rücklauftemperatur hoch ist (also deutlich höher als 30 °C), nämlich höhere Stromkosten für die Pumpe und höhere Brennstoffkosten.

Als Lösung wird der Einsatz von neuen intelligenten Pumpen empfohlen. Die gezeigte einfache Pumpe läuft mit 65 W Tag und Nacht, egal ob sie gebraucht wird oder nicht. Mit modernen Pumpen kommt man bis auf 4 W herunter. Hier wird eine Anlage mit Erdgasfeuerung gezeigt.

Für Biomasseanlagen ist zu vermerken, dass dort die Vorlauf- und Rücklauftemperaturen in der Regel höher sind (z.B. 70 °C / 50 °C). Rücklauftemperaturen im Bereich von 30 °C sind bei Biomassekesseln nur bei Brennwertgeräten möglich. Solche werden bisher aber nur im geringen Ausmaß eingesetzt.

Didaktisch: Die Erklärungen erfolgen von einem Sprecher, manchmal mit kleinen Versprechern. Ist klar aufgebaut und als Praktikervideo gut für Schulungszwecke geeignet.

### ***Flexcon Expansionsgefäße - Flamco (DEU)***

<https://www.youtube.com/watch?v=M2aqxTqNLN8>

Dauer: 3:42 Minuten. 10.824 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Das Thema ist grundsätzlich nicht biomassespezifisch, sondern für alle wasserführenden Heizsysteme relevant. Es wird in der Animation die Funktionsweise der Flexcon Expansionsgefäße erklärt. Der Korrosionsschutz wird textlich erwähnt und das Stickstoffventil an der Unterseite. Die Konstruktion des Klemmrings zur Verbindung der Gefäßhälften wird gezeigt. Die Anschlussgruppe mit Absperrung wird ebenfalls dargestellt. Die Funktionsweise im kalten und warmen Zustand wird im Schnittbild dargestellt. Es wird gezeigt, dass bei zu hohem Druck überschüssiges Wasser und Dampf über ein Ventil abgeführt werden.

Didaktisch: Animationsfilm der Fa. Flamco mit Texteinblendungen, aber ohne Ton. Mit Zusatzerklärungen gut für Schulungszwecke geeignet.

### ***Schlammabscheider mit Magnet DIRTMAG®***

<https://www.youtube.com/watch?v=4lzDOK-dzBY>

Dauer: 2:22 Minuten. 1.382 Aufrufe

Inhaltlich/fachlich: Fachlich korrekt. Das Thema ist grundsätzlich nicht biomassespezifisch, sondern für alle wasserführenden Heizsysteme relevant. In der Animation wird die Funktionsweise des Schlammabscheiders gezeigt. Es können damit auch metallhaltige Verunreinigungen abgetrennt werden.

Didaktisch: Animationsfilm der Fa. Caleffi ohne Ton. Gute Darstellung. Mit Zusatzerklärungen gut für Schulungszwecke geeignet.

### ***Zusammenfassende Bemerkungen***

Die gelisteten Filme bieten einen guten Überblick über das Heizen mit Biomasse. Es kommen alle wichtigen Aspekte vor.

Speziell in den Firmenvideos wird oft von CO<sub>2</sub>-Neutralität und günstigen Kosten gesprochen. Dazu ist zu ergänzen, dass die CO<sub>2</sub>-Neutralität für die Verbrennung von Biomasse stimmt, dass jedoch in der Versorgungskette der Biomasse sehr wohl fossile Energie (z.B. Diesel für den Pelletstransport zum



Endkunden) und/oder Energie mit fossilem Anteil (z.B. Strom für die Pelletspresse) verbraucht wird. Auch der (geringe) Stromverbrauch für den Betrieb eines modernen Biomassekessels trägt zu einer CO<sub>2</sub>-Entstehung bei. Korrekterweise ist daher der CO<sub>2</sub>-Beitrag der Biomasse nicht mit Null, sondern mit einem geringen Wert anzugeben. Die OIB Richtlinie 6 gibt für Energie aus Biomasse den Faktor 4 Gramm CO<sub>2</sub> je kWh an. Für Heizöl ist dort der CO<sub>2</sub> Faktor 311 g/kWh und für Erdgas 236 g/kWh zu finden.

Zu den Kosten ist festzustellen, dass rein auf den Brennstoff bezogen die Biomassebrennstoffe günstiger sind als die fossilen Brennstoffe. Aktuelle Kostenvergleiche werden beispielsweise regelmäßig vom Branchenverband ProPellets ([www.propellets.at/de/pelletpreise/details/](http://www.propellets.at/de/pelletpreise/details/)) veröffentlicht, wie in nachfolgender Abbildung dargestellt.

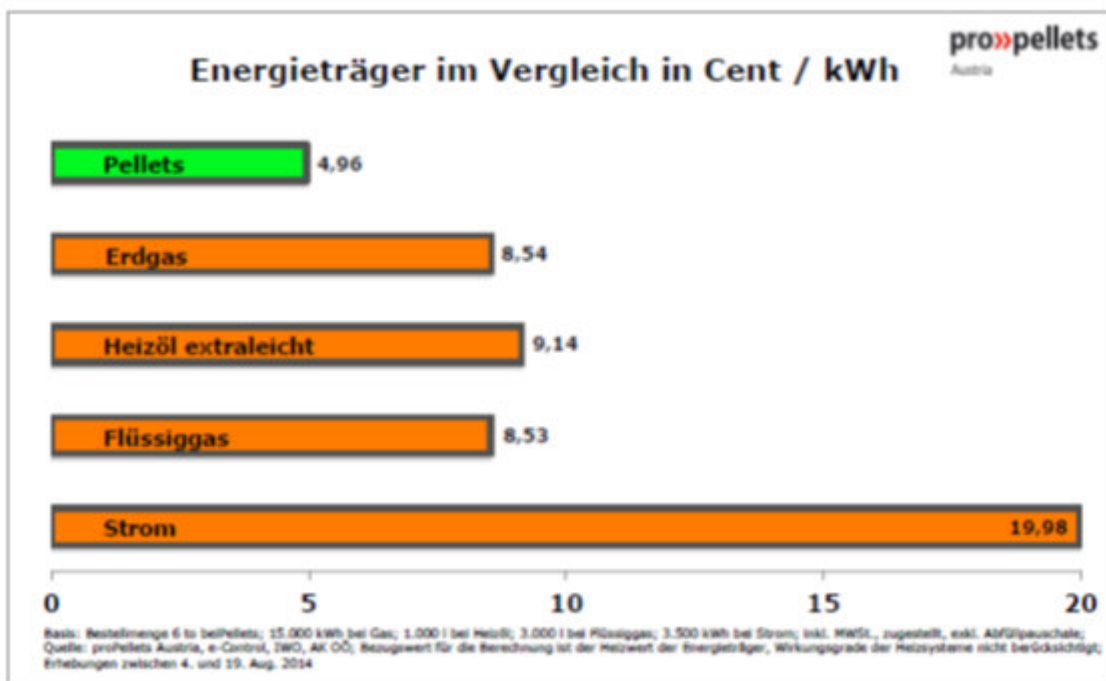


Abbildung 19: Kostenvergleich unterschiedlicher Energieträger, August 2014 (Quelle: proPellets Austria)

Um einen vollständigen Kostenvergleich anstellen zu können, sind neben den Brennstoffkosten (verbrauchsgebundene Kosten) die Investitionskosten (Kapitalkosten) für die Installation eines Heizungssystems und die Wartungskosten (betriebsgebundene Kosten) zu berücksichtigen. In Abbildung 2 ist ein entsprechender Kostenvergleich für unterschiedliche Heizsysteme dargestellt.

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

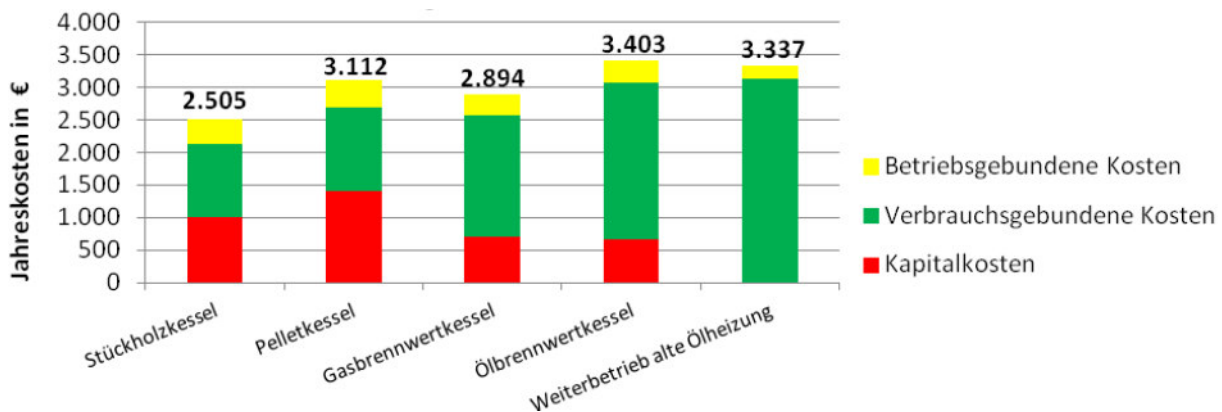


Abbildung 20: Jahreskosten (Annuität) verschiedener Heizungsarten für ein Einfamilienhaus mit einem Heizenergiebedarf von 20.000 kWh bei Energiepreisen aus 2012 (Quelle: Cervený & Sturm. Lebenszykluskosten neuer Heizsysteme für alte Einfamilienhäuser. Vergleich der Lebenszykluskosten von Heizöl-, Erdgas-, Pellet- und Scheitholzheizungen für alte Einfamilienhäuser in drei (plus neun) Szenarien. ÖGUT Wien 2012)

## 7.2 Anhang 2: Programme der Fortbildungsveranstaltungen

### 7.2.1 Fortbildungsveranstaltung in Graz

#### Zeit und Ort:

16.12.2013, 10 – 17 Uhr

Pädagogische Hochschule Steiermark

Ortweinplatz 1, 8010 Graz

Seminarraum O0249, 2. Stock

#### Programm:

10.00 – 10.30: Begrüßung, Überblick über das Projekt Clip it!, Vorstellungsrunde

Dr. Ernst Schriebl (energieautark consulting gmbh)

10.30 – 11.15: Allgemeiner Überblick über den Gewerkeraster “Qualitätskritische Punkte”

Details zum Thema Lüftungstechnik

DI Thomas Lewis (energieautark consulting gmbh)

11.15 – 11.30: Pause

11.30 – 12.15: Biomasseheizungen

Qualitätskritische Punkte, Erläuterung anhand von Kurzfilmen

Dr. Christoph Strasser (BIOENERGY 2020+)

12.15 – 13.00: Gebäudehülle

Qualitätskritische Punkte, Erläuterung anhand von Kurzfilmen

Emanuel Panic (TB-PANIC Qualitätssicherung)

13.00 – 14.00: Mittagspause

14.00 – 15.00: Live Blower-Doortest inkl. Erläuterung der Einbindung in den Unterricht

Emanuel Panic (TB-PANIC Qualitätssicherung)

15.00 – 15.45: Solarthermie

Qualitätskritische Punkte, Erläuterung anhand von Kurzfilmen

DI Johann Breidler (AEE Intec)

15.45 – 16.00 Pause

16.00 – 16.30: Erstellen eigenen Filmmaterials im Rahmen von Projekten. Erfahrungen aus dem Projekt Clip it!

DI Thomas Lewis, Dr. Ernst Schriebl (energieautark consulting gmbh)

16.30 – 17.00: Feedbackrunde

### 7.2.2 Fortbildungsveranstaltung in Innsbruck

#### Zeit und Ort:

16.1.2013, 10 – 17 Uhr

Pädagogische Hochschule Tirol

Adamgasse 22, 6020 Innsbruck

Seminarraum 3

#### Programm:

10.00 – 10.20: Begrüßung, Überblick über das Projekt Clip it!, Vorstellungsrunde

Dr. Ernst Schriefl (energieautark consulting gmbh)

10.20 – 11.00: Allgemeiner Überblick über den Gewerkeraster "Qualitätskritische Punkte"

Filme zum Thema Lüftungstechnik

DI Thomas Lewis (energieautark consulting gmbh)

11.00 – 11.15: Pause

11.15 – 12.15: Lüftungstechnik, Qualitätskritische Punkte

DI Andreas Greml (TB-Dipl.-Ing. Andreas Greml)

12.15 – 13.00: Gebäudehülle

Qualitätskritische Punkte, Erläuterung anhand von Kurzfilmen

Emanuel Panic (IQ PANIC Innovation und Qualität am Bau)

13.00 – 14.00: Mittagspause

14.00 – 14.45: Live Blower-Doortest *(wurde weggelassen)*

Emanuel Panic (IQ PANIC Innovation und Qualität am Bau)

14.45 – 15.30: Erstellen eigenen Filmmaterials. Erfahrungen aus dem Projekt Clip it!

Dr. Ernst Schriefl (energieautark consulting gmbh)

15.30 – 15.45 Pause

15.45 – 16.15: Solarthermie

Qualitätskritische Punkte, Kurzfilme

DI Thomas Lewis (energieautark consulting gmbh)

15.45 – 16.15: Biomasseheizungen

Qualitätskritische Punkte, Kurzfilme

Dr. Ernst Schriefl (energieautark consulting gmbh)

16.45 – 17.00: Feedbackrunde

## 7.2.3 Fortbildungsveranstaltung in Wien

### Zeit und Ort:

21.1.2013, 9.45 – 17 Uhr

Pädagogische Hochschule Wien

Ettenreichgasse 45, 1100 Wien

Haus 1, Raum 1.2.003

### Programm:

09.45 – 10.05: Begrüßung, Überblick über das Projekt Clip it!, Vorstellungsrunde

Dr. Ernst Schriebl (energieautark consulting gmbh)

10.05 – 10.50: Allgemeiner Überblick über den Gewerkeraster "Qualitätskritische Punkte"

Filme zum Thema Solarthermie

DI Thomas Lewis (energieautark consulting gmbh)

10.50 – 11.00 Pause

11.00 – 11.40: Biomasseheizungen

Qualitätskritische Punkte, Kurzfilme

Dr. Christoph Strasser (BIOENERGY 2020+)

11.40 – 12.30: Gebäudehülle

Qualitätskritische Punkte, Kurzfilme

Emanuel Panic (IQ PANIC Innovation und Qualität am Bau)

12.30 – 13.45: Mittagspause

13.45 – 14.30: Live Blower-Doortest

Emanuel Panic (IQ PANIC Innovation und Qualität am Bau)

14.30 – 15.15: Lüftungstechnik

Qualitätskritische Punkte, Kurzfilme

Ing. Wolfgang Leitzinger (Leit-Wolf Ingenieurbüro für Komfortlüftung)

, DI Thomas Lewis (energieautark consulting gmbh)

15.15 – 15.25 Pause

15.25 – 16.00: Erstellen eigenen Filmmaterials. Erfahrungen aus dem Projekt Clip it!

Dr. Ernst Schriebl (energieautark consulting gmbh)

16.00 – 16.40: Das Baumeisterhandbuch

Überblick, Kurzfilm(e) dazu

DI Helmut Schöberl (Schöberl & Pöll GmbH)

16.40 – 17.00: Feedbackrunde

### **8 Kontaktdaten**

Projektleitung: DI Thomas Lewis, DI Dr. Ernst Schriefl

Institut/Unternehmen: energieautark consulting gmbh

Kontaktadresse:

Hauptstr. 27/3, 1140 Wien

Tel.: 01-5771568; 0650-8498736

Fax: 0650-118498736

E-Mail: [office@energieautark.at](mailto:office@energieautark.at)

Web: [www.energieautark.at](http://www.energieautark.at)

Projektwebpage: [www.clipit.at](http://www.clipit.at)

ProjektpartnerInnen:

AEE INTEC – Institut für nachhaltige Technologien

Bioenergy 2020+ GmbH

“die umweltberatung“ Wien - Die Wiener Volkshochschulen GmbH

(Sonnenplatz Großschönau GmbH – bis 31.10.2013)

IQ Panic GmbH

Fachhochschule St. Pölten GmbH, Department IT & Medien



## IMPRESSUM

### **Verfasser**

energieautark consulting gmbh  
Hauptstr. 27/3, 1140 Wien  
Tel.: 01-5771568; 0650-8498736  
Fax: 0650-118498736  
E-Mail: office@energieautark.at  
Web: www.energieautark.at  
Projektwebpage: www.clipit.at  
Projektleitung: Thomas Lewis  
Ernst Schriebl

### **Projektpartner und AutorInnen**

energieautark consulting gmbh  
– Ernst Schriebl  
– Thomas Lewis

AEE INTEC - Institut für nachhaltige  
Technologien  
– Johann Breidler

IQ Panic  
– Emanuel Panic

FH St. Pölten GmbH, Department IT &  
Medien  
– Julia Püringer

Bioenergy 2020+ GmbH  
– Christoph Strasser

“die umweltberatung“ Wien - Die Wiener  
Volkshochschulen GmbH  
– Ingrid Tributsch

### **Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber**

Klima- und Energiefonds  
Gumpendorfer Straße 5/22  
1060 Wien  
E-Mail: office@klimafonds.gv.at  
Web: www.klimafonds.gv.at

### **Disclaimer**

Die Autoren tragen die alleinige  
Verantwortung für den Inhalt dieses  
Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise  
die Meinung des Klima- und Energiefonds  
wider.

Weder der Klima- und Energiefonds noch  
die Forschungsförderungsgesellschaft  
(FFG) sind für die Weiternutzung der hier  
enthaltenen Informationen verantwortlich.

### **Gestaltung des Deckblattes**

ZS communication + art GmbH