

Schlussbericht
Umweltbildungsprojekt
Energiepartnerschaft



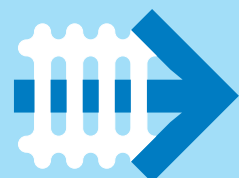
Margit Fluch

Die Speisekarte ist nicht die Speise

Erfolgskontrolle
komplexer technischer
Bauleistungen

naerco

Der Bericht zeigt auf, dass und warum man bei künftigen Sanierungen eine abnahmefähige, das heißt eine mängelfreie Anlage nur erreichen kann, wenn man die Nutzer in die Erfolgskontrolle einbindet und er beschreibt einen für Schulen erprobten Weg dazu





*„Um das Problem zu lösen,
müssen wir erst wissen, wie die Frage lautet.“*

Cédric Villani

Inhalt

Margit Fluch

Die Speisekarte ist nicht die Speise

Erfolgskontrolle komplexer technischer Bauleistungen

1	Man muss einen Gedanken einmal zu Ende denken	3
2	Übertragbarkeit der Projektergebnisse	6
3	Das Kontrollproblem	
3.1	Die Abnahmekontrolle technischer Bauleistungen der Öffentlichen Hand: Was haben die Schüler anders gemacht?	7
3.2	Kontrolle setzt Kontrollierbarkeit voraus	10
3.3	Die Bedeutung der Abnahme speziell an Schulen	14
4	Erfahrungen bei der Pilotsanierung in Marktoberdorf	
4.1	Kontext des Umweltbildungsprojekts	15
4.2	Chronik der Abläufe in Marktoberdorf	15
4.3	Bewertung der Abläufe	19
4.4	Chronik der „Energiepartnerschaft“	26
4.5	Bewertung der Schülereinbindung	33
4.6	Projektziele und Zielerreichung	38
5	Lessons learned	41
6	Wie lautet die Frage?	44
7	Dank	45
8	Quellennachweis und Anmerkungen	46

Anhang

Das B.A.U.M.- Forschungs- und Umweltbildungsprojekt Energiepartnerschaft	51
---	-----------

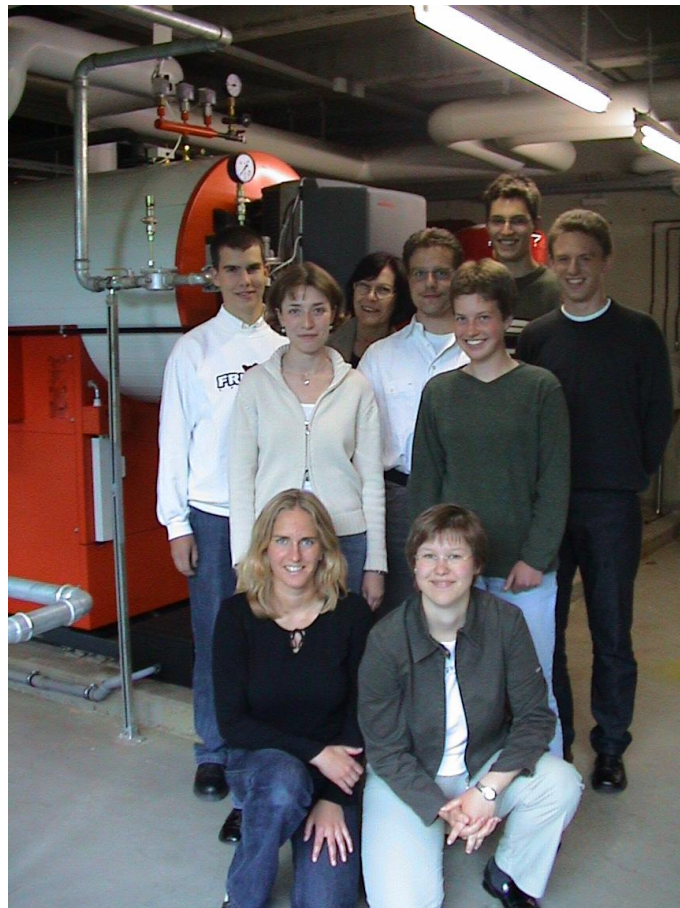


1 Man muss einen Gedanken einmal zu Ende denken

Das B.A.U.M.-Projekt „Energiepartnerschaft“ hatte die Aufgabe, in Kooperation mit dem Freistaat Bayern bei der Pilotsanierung des staatlichen Gymnasiums Marktoberdorf die **Einbindung der Schüler in Kontrollaufgaben des öffentlichen Auftraggebers** zu erproben.

Das Projekt wurde vom Projektteam energie-AG unter Leitung von OStRin a.D. Margit Fluch geplant und durchgeführt. Die Arbeitsgemeinschaft besteht seit September 1998. Ursprünglich als Physik Wahlkurs am Bertha-von-Suttner-Gymnasium Neu-Ulm unter der Leitung von Frau OStRin Margit Fluch gegründet, hat sie sich im Laufe der Zeit aus der Schule heraus weiterentwickelt und besteht heute aus ehemaligen Schülern des Bertha-von-Suttner-Gymnasiums.

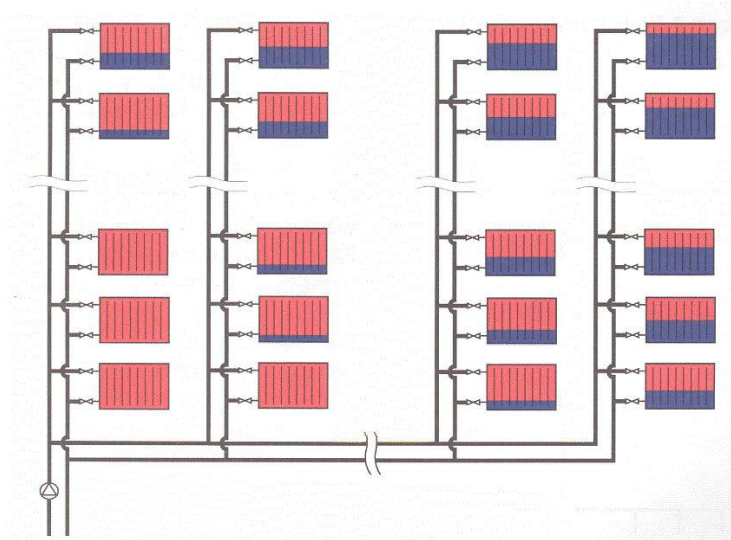
Um die Projektergebnisse verstehen zu können, muss man die Erfahrungen der energie-AG kennen, auf denen es fußt. Das Projekt hat einen **sehr langen Vorlauf** /1/. Es entstand aus dem dringenden Wunsch der energie.AG, dass ihre Meldung eines **allgemeinen Missstandes**, den sie bereits im zweiten Jahr ihrer Arbeit aufgedeckt hat, nicht nur von der Bauverwaltung bei der eigenen Schule berücksichtigt wird, sondern dass der Missstand insgesamt beseitigt wird. Das bedeutet, dass ihre Erkenntnis von Fachleuten zu Ende gedacht und an die politisch Verantwortlichen weitergegeben wird, und dass die Politik dann die Weichen für eine Abschaffung dieses Missstandes stellt.



Juni 2002: Die energie-AG im vierten Jahr ihrer Arbeit

Welchen Missstand hat die energie-AG aufgedeckt?

Ausgehend von einem üblichen Energiesparprojekt stieß die Schülerarbeitsgemeinschaft auf das Problem, dass in ihrer kurz zuvor grundlegend sanierten Schule viele Klassenräume grundsätzlich zu warm oder zu kalt waren und auch die Nachtabsenkung nicht funktionierte.



Die Recherchen der Gruppe ergaben, dass es sich dabei nur vordergründig um Pfusch am Bau handeln konnte, da nach Auskunft der befragten Fachleute eine ganz unverständlich hohe Zahl von Schulen, nämlich 90 Prozent, dasselbe Problem eines fehlenden hydraulischen Abgleichs haben, mit der Folge, dass diese Schulen nach der Sanierung bis zu 30% mehr an Energie verbrauchen, als berechnet und die Schüler dauerhaft Komfortmängel zu ertragen haben.

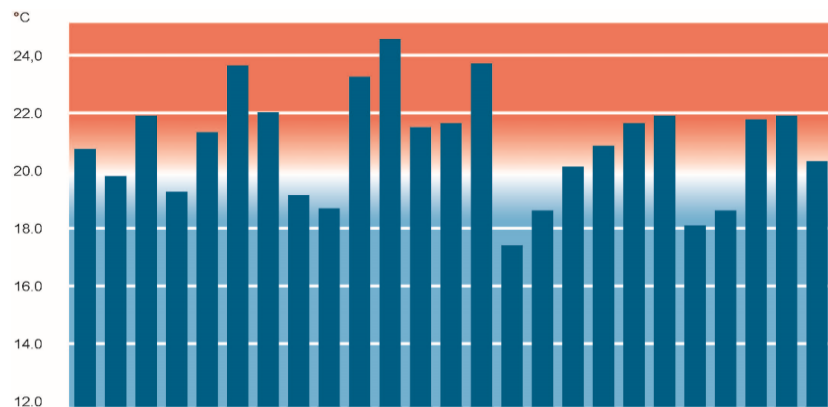


Diese Auskunft der Fachexperten fand die Schülergruppe so unglaublich, dass sie zwei **Umfragen an allen 400 Bayerischen Gymnasien** gestartet hat: „Kennt Ihr auch das Problem der heißen und kalten Räume?“ Und tatsächlich: In 60 Prozent der Antworten gaben die Schulleiter an, an ihrer Schule das Problem auch zu kennen /2 /.

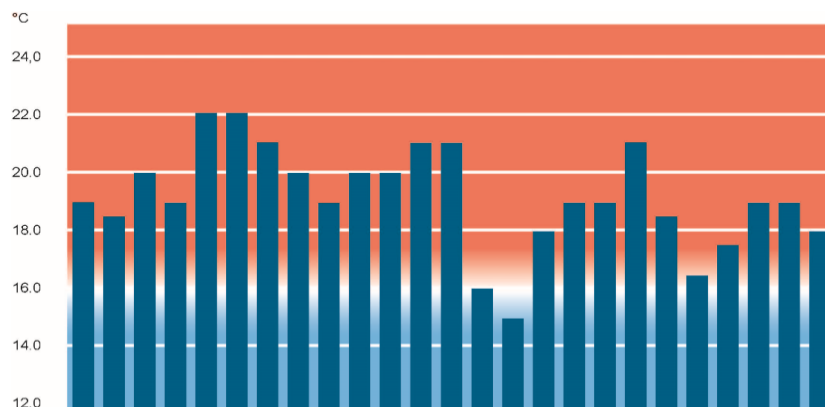
Da die energie-AG es absurd fand, einer Mehrheit der Planer und Handwerker fachliche Inkompetenz zu unterstellen, folgte sie, dass es strukturelle Gründe geben müsse, welche die an der Sanierung beteiligten Akteure gleichsam zwingen, unter Stand der Technik zu sanieren, sodass der öffentliche Auftraggeber trotz Ausschreibungswettbewerb alles bekommt, nur nicht die geschuldete Qualität. Das bedeutet aber nichts anderes als ein Versagen des Marktes bei Sanierungsvorhaben der öffentlichen Hand: **“Tatort Heizung: Lauter Opfer, keine Täter“**

Mit dieser frustrierenden Erkenntnis wollte die Energie-AG ihr Energiesparprojekt nicht beenden. Sie beschloss, sich nicht weiter um die Mängelbeseitigung an ihrer eigenen Schule zu kümmern, sondern den Gedanken weiterzuverfolgen, dass die eigentliche Ursache der missglückten energetischen Sanierung ihrer Schule nicht bei den Akteuren der Sanierung zu suchen ist, wie ursprünglich angenommen, sondern ganz wo anders.

Zur Erhärtung ihrer These, dass Sanierungsvorhaben der öffentlichen Hand aus strukturellen Gründen und damit zwangsläufig misslingen müssen, hat die energie-AG eine **wissenschaftlich begleitete Messaktion an 70 Schulen** organisiert und ausgewertet, das B.A.U.M.-Umweltbildungs- und Forschungsprojekt „Energieeinsparung an Schulen“ /3/, /4/. Das erschreckende Ergebnis: Die mangelbehaftete Sanierung des Bertha-von-Suttner-Gymnasiums war tatsächlich kein Einzelphänomen, 95% der Schulen hatten, wie das frisch sanierte Bertha-von-Suttner-Gymnasium, weder eine funktionierende Temperaturregelung noch eine funktionierende Nachtabenkung und verbrauchte dadurch bis zu 30% mehr an Energie, als berechnet. Die folgenden Grafiken zeigen beispielhaft die Verhältnisse in einer Standardschule Anfang März 2004:



Gemittelte Vormittagstemperaturen in 25 Räumen einer Standardschule Anfang März 2004 (Sonneneinstrahlung berücksichtigt)



Nächtliche Tiefsttemperaturen der gleichen Räume

Man sieht: **Die Speisekarte ist nicht die Speise.** Es gibt einen großen Unterschied zwischen Planung und Wirklichkeit: Man sieht, wie häufig die voreingestellte Vormittagstemperatur von 20° C



über- oder unterschritten wurde und dass auch die einprogrammierte Nachtabenkung auf 16° C nicht funktionierte. Nahezu alle der 70 untersuchten Schulen zeigen ähnliche Balkengebirge. Weitergehende Untersuchungen der Hochschule Ulm im Rahmen der Messaktion ergaben erwartungsgemäß, dass eine mangelhafte Temperaturregelung und Nachtabenkung beileibe nicht die einzigen Sanierungsmängel waren. Es waren nur die einzigen, die die Schüler selber mit einfachen Mitteln überprüfen konnten. Die Messaktion bestätigte damit eindrucksvoll die These der energie-AG, dass die öffentliche Hand ein **strukturell bedingtes Qualitätsproblem** hat.

Die energie-AG hat als Ursache **die derzeitige Ausschreibungs- und Vergabep Praxis** der öffentlichen Hand identifiziert. Es ist eine simple logische Folgerung, dass sich das Qualitätsproblem der öffentlichen Auftraggeber nicht mit der bisherigen gewerkeweisen Ausschreibung technischer Leistungen lösen lässt, da auf diese Weise keine Zielvorgaben für systemische Leistungen wie Raumluftqualitäten und Energieverbrauch vereinbart werden können. Denn für keine der zahlreichen ausführenden Firmen ist es möglich, eine Ergebnisverantwortung und Erfolgsgarantie für systemischen Leistungen zu übernehmen. Im Gegenteil: Ohne normierte, einfach überprüfbare Qualität führt ein Kostenwettbewerb zwangsläufig dazu, dass die Bieter - wenn sie nicht Gefahr laufen wollen, auskonkurriert zu werden - alles an kostenträchtiger Qualität weglassen müssen, was man bei der üblichen Abnahme nicht bemerkt. Da es kein richtiges Handeln unter falschen Rahmenbedingungen gibt (Scherhorn), darf ein öffentlicher Auftraggeber, der **garantierte** Qualität will, nicht Technik ausschreiben und gewerkeweise vergeben, sondern er muss die Ziele ausschreiben, die man mit der geplanten Technik erreichen will, also **funktional als Energiedienstleistung ausschreiben** und an **einen** Generalunternehmer **vergeben**. Und die geforderten Leistungen müssen **kostengünstig kontrollierbar** sein.

Die energie-AG hat diesen Gedanken zu Ende gedacht und konkrete Lösungsvorschläge zur Funktionalen Ausschreibung von Bau und Betrieb („Erfolgscontracting“) und zur kostengünstigen Erfolgskontrolle („Energiepartnerschaft“ mit den Schülern“) ausgearbeitet.

Durch zielstrebige Öffentlichkeitsarbeit und durch Arbeiten in einem stetig gewachsenen kooperativen Unterstützernetzwerke konnte sie erreichen, dass ihre Lösungsvorschläge vom PTJ aufgegriffen wurden und mit Fördermitteln des BMWi an Hand einer Pilotsanierung des Gymnasiums Marktoberdorf in je einem Forschungsprojekt überprüft, weiterentwickelt und erprobt wurden, im B.A.U.M.-Forschungsprojekt *naerco* (www.naerco.de) sowie im B.A.U.M.-Forschungs- und Umweltbildungsprojekt *Energiepartnerschaft*, dessen Erfahrungen Gegenstand dieses Berichts sind

2 Übertragbarkeit der Projektergebnisse

Die Projekterfahrungen über eine Schülerbeteiligung am Mängelmanagement der Einregulierungsphase lassen sich auf alle Schulen übertragen, die eine energetische Gesamtanierung oder einen Neubau mit einer Belüftungsanlage erhalten, das betrifft **alle Schulvorhaben der öffentlichen Hand ab 2019**, denn die müssen dann alle Niedrigstenergiestandard erreichen. Insbesondere sind das alle Passivhausschulen oder Schulsanierungen auf Passivhausstandard, Plusenergie-Schulen und Effizienz plus-Schulen.

Diese zum Zweck der Energieeinsparung hochwärmegedämmten Schulen mit luftdichten Klassenräumen können die anspruchsvollen Energieziele nicht ohne kontrollierte mechanische Belüftung erreichen. Daraus erwächst den Bauverwaltungen eine zusätzliche Kontrollaufgabe, die sie bisher bei Schulen nicht hatten: Die **Überprüfung der Behaglichkeit**. Auf Grund der vielen Schüler auf engem Raum müssen bei einer mechanischen Belüftung - selbst wenn man nur eine mäßige Luftqualität anstrebt - permanent große Luftvolumina umgewälzt werden. Damit die Schüler später nicht unter untolerierbaren Zugerscheinungen zu leiden haben, muss die ausführende Firma die Lüftungsanlage mit hoher Fachkompetenz **systematisch einregulieren** und das bauüberwachende Ingenieurbüro durch geeignete Kontrollmaßnahmen sicherstellen, dass in **jedem Raum** mindestens die Behaglichkeit (Zugfreiheit) erreicht wird, die gemäß der vereinbarten Luftqualität geschuldet ist.



Zugfreiheit kann leider nicht mittels der Mess- und Regeltechnik überprüft werden, denn die hat keine Sensoren für Luftgeschwindigkeiten. Deshalb kann sie auch nicht mit dem jüngst vom Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik (AMEV) geforderten softwaregestützten technischen Monitoring / 5 / überprüft werden.

Die geschuldete Behaglichkeit kann vom Auftragnehmer nur mittels personalintensiver **qualitativer Beobachtungen in allen Räumen** hergestellt und könnte nur durch Luftgeschwindigkeitsmessungen **in allen Räumen** als mängelfrei attestiert werden. Das ist auf Grund der Vielzahl an Klassenräumen wirtschaftlich nicht darstellbar. Erst durch **systematische Schülerbeteiligung** lässt sich die erforderliche qualitative Beobachtung sämtlicher Klassenräume kostengünstig bewerkstelligen und lassen sich bei der Abnahme aufwändige Luftgeschwindigkeitsmessungen auf die wenigen Räume beschränken, in denen Klagen gemeldet wurden.

3 Das Kontrollproblem

3.1 Die Abnahmekontrolle technischer Bauleistungen der Öffentlichen Hand

Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser, soll Lenin gesagt haben. In der Politik mag diese Sicht ausreichen, in der Wirtschaft nicht. Da ist es eine Binsenweisheit, dass auf Grund des hohen Kostendrucks **ohne effiziente Kontrolle keine Qualität** zu haben ist.

Dass öffentliche Auftraggeber bei der Qualitätskontrolle von Bauleistungen ein massives Problem haben, hat nicht zuletzt die wissenschaftliche Begleitung der vielen EnEff-Schulen sichtbar werden lassen: In den EnEff-Workshops wurden jeweils auch die zahlreichen Ausführungs- und Einregulierungsfehler diskutiert, die im Rahmen des zweijährigen Monitorings entdeckt wurden, das immer erst **nach der Abnahme** stattfand.

Dass die Abnahmekontrolle der Bauämter nicht zielführend ist, hat auch schon die Messaktion der energie-AG an 70 Schulen bewiesen. Die Schüler hatten dabei zwei Energiesparmaßnahmen untersucht, die an allen Schulen bis längstens 1997 durchzuführen waren, nämlich die Nachrüstung mit Thermostatventilen und der Einbau einer Nachtabenkung. Die Messungen ergaben, dass beide Maßnahmen nahezu überall wirkungslos waren. Weder wurde der Komfort verbessert noch die Energieverschwendung behoben. Wenn man gar nichts gemacht hätte, wäre es genauso gewesen, nur billiger. Zwar waren die Messungen der Schüler nur eine Momentaufnahme und spiegeln insofern das Ergebnis eines Zusammenwirkens von Bau, Betrieb und Instandsetzung wieder. Sie waren trotzdem auch ein Beleg für das Kontrollproblem bei der Abnahme, denn hinter dem Messergebnis, dass nahezu alle Schulen chronisch über- und unterversorgte Räume aufwiesen, verbirgt sich der unterlassene hydraulische Abgleich. Das ist ein gravierender Mangel, der bei der Abnahme hätte entdeckt werden müssen. Denn eine funktionierende Hydraulik ist die Voraussetzung für eine funktionierende Heizungsanlage.

2004 wollte man das Qualitätsproblem bei der Gebäudetechnik noch nicht wahrhaben. Heute ist es im allgemeinen Bewusstsein angekommen und durch Forschungsprojekte und Umfragen belegt. /6/, /7/, /8/, /9/, /10/, /11/

Wer das **Kontrollproblem bei Bauaufträgen der Öffentlichen Hand** lösen will, muss also auch die Frage beantworten können, warum das Desaster an den 70 Schulen erst den Schülern und nicht schon den Bauämtern bei der Abnahmekontrolle aufgefallen ist.

Dabei ist es hilfreich, sich anzusehen, wie auf der einen Seite die Bauämter und auf der anderen Seite die Schüler die Aufgabe angegangen sind, das Funktionieren einer komplexen technischen Anlage mit unzählig vielen Einzelkomponenten und Einstellungen zu überprüfen.

Beide mussten dazu die **Komplexität auf ein überprüfbares Maß reduzieren**.



Wie gehen die Bauverwaltungen mit der Komplexität um?

Die Bauverwaltung führt eine technische Abnahme für alle Einzelteile oder Einstellungen durch. Am Anfang steht eine Vollständigkeitskontrolle, dann kommen gewisse Messungen bzw. Funktionskontrollen nach DIN-Normen oder Leitlinien, die sehr umfangreich sein können und damit schnell die Kapazitäten des von der Bauverwaltung beauftragten Planungsbüros überschreiten, vor allem auch, weil solche Leistungen auch nicht ansatzweise angemessen vergütet werden. Die übliche Vorgehensweise dabei ist deshalb die **Stichprobenmethode**, d.h., bei gleichartigen technischen Bauteilen oder Einstellungen wird nur eine kleine Teilmenge auf ihre Qualität hin überprüft. Von der Qualität dieser „Stichprobe“ wird dann auf die Qualität der Gesamtheit geschlossen.

Was ist nun, wenn eine Stichprobe in geringer Zahl Mängel hat? Wenn etwa von zehn untersuchten CO₂-Messfühlern lediglich ein einziger falsch misst? Ersetzt man dann nur diesen einen Messfühler oder überprüft man dann doch alle anderen auch noch? Wenn nicht, würde man gemäß der „Stichprobenphilosophie“ tolerieren, dass in 10% der Klassenräume der CO₂-Gehalt falsch geregelt wird. Bei den siebzig Klassenräumen der Pilotschule Marktoberdorf müssten dann immerhin in sieben Klassenräumen die Schüler dauerhaft mit mangelhaft geregelter Luftqualität leben. Anspruch auf gute Luft haben aber alle Schüler.

Und was ist, wenn die untersuchte Stichprobe mängelfrei war, darf man dann wirklich davon ausgehen, dass dann auch alle übrigen 60 Messfühler das messen, was sie sollen? Mathematisch gesehen kann man von einer so kleinen Gesamtzahl gar keine Teilmenge finden, die statistische Rückschlüsse auf die Gesamtmenge zulässt. Mit welcher Begründung glauben die Bauämter dann, von der Mängelfreiheit weniger Bauteile, z.B. Messfühler, Pumpen, oder Einstellungen z.B. bei Thermostatventilen, Lüftungsauslässen, auf die Mängelfreiheit aller gleichartiger Bauteile und Einstellungen der Anlage schließen zu dürfen?

Besonders unverständlich wird diese Art des Umgangs mit Komplexität, wenn man die „Stichprobenmethode“ auf Klassenräume ausdehnt: Bei der Abnahme von 70 Klassenräumen der Pilotschule in Marktoberdorf auf Behaglichkeit erachtete es die Oberste Baubehörde als ausreichend, wenn der Contractor in nur fünf von ihm selber vorzuschlagenden Räumen durch Luftgeschwindigkeitsmessungen nachweist, dass die Lüftungsanlage in diesen Räumen für normgerechte Behaglichkeit sorgt. Die Stichprobenmethode müsste bei der Abnahme verboten werden. Sie ist dort mathematischer Unsinn. Denn mit dieser Methode kann man nicht einzelne Fehler ermitteln, sondern nur die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens und auch das nur, wenn das zu überprüfende Bauteil oder die zu überprüfende Einstellung in ausreichend großer Zahl vorkommen, was oft auch nicht gegeben ist (siehe obiges Beispiel mit den fünf Marktoberdorfer Klassenräumen). Mit der Stichprobenmethode verhindert die Bauverwaltung keine Qualitätsmängel, sie erteilt ihnen im Gegenteil den behördlichen Segen.

Wie absurd die Stichprobenmethode für die Feststellung der Abnahmefähigkeit einer gebäudetechnischen Anlage ist, kann sich jeder anschaulich vor Augen führen, wenn er diese Methode gedanklich auf andere komplexe technische Großprodukte anwendet: Niemand würde sich in einen ICE-Zug setzen, wenn er wüsste, dass nur beim ersten Wagen alle Achsen auf Rissefreiheit überprüft wurden. Niemand würde in ein Auto einsteigen, wenn er davon ausgehen müsste, dass nur bei jedem zehnten Fahrzeug dieses Typs die Bremsen überprüft wurden. Eine Lüftungsanlage wird dagegen abgenommen und dem Nutzer übergeben, wenn man wesentliche Komponenten und Funktionen nur stichprobenweise überprüft hat.

Politik und Bauverwaltungen haben in vielen DIN-Normen und Leitlinien Rahmenbedingungen für die Überprüfung von Qualität geschaffen, die nur auf dem Papier erfüllbar sind und wollen nicht sehen, dass die beteiligten Akteure im eigenen Interesse nur das tun können, was ihnen der Kostendruck im gesetzten Rahmen erlaubt. „Die Politik reißt Dämme ein, wundert sich, dass das Wasser nach unten fließt und macht die Schwerkraft dafür verantwortlich“ (Max Winkler).

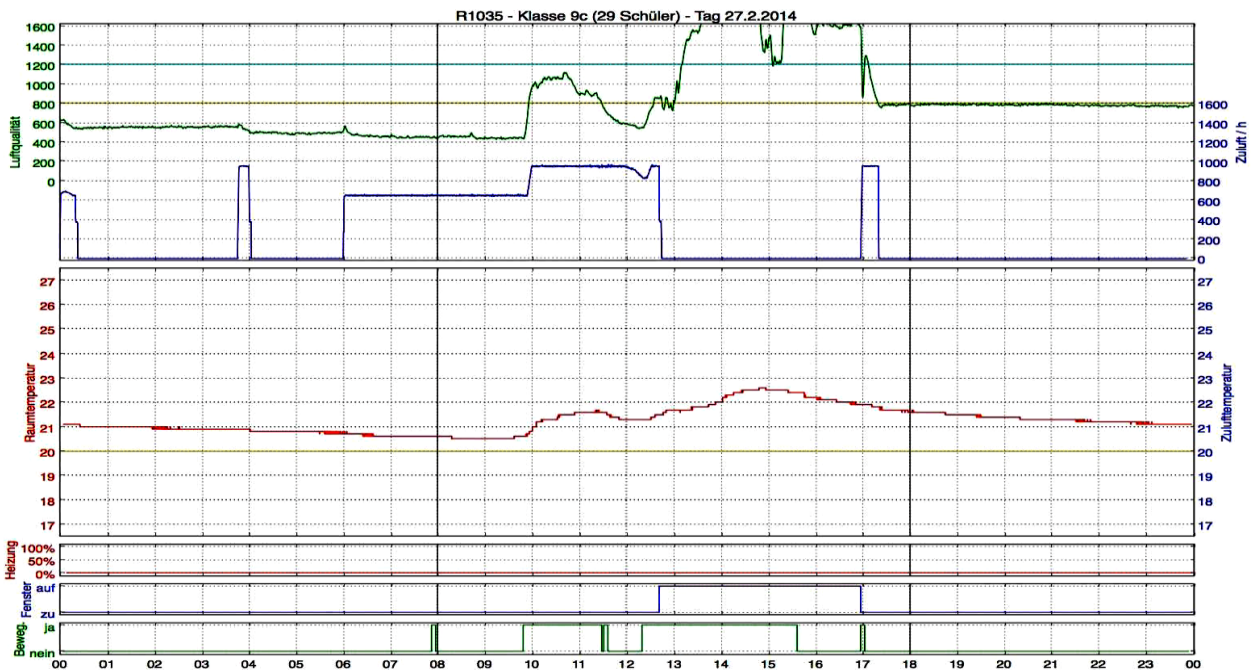
Was haben die Schüler anders gemacht?

Die energie-AG hat zwei energetische Sanierungsmaßnahmen an insgesamt 70 Schulen überprüft: die Nachrüstung mit Thermostatventilen und den Einbau einer Nachtabenkung. Der entscheidende neue Gedanke dabei war, nicht bei den Heizkörpern und im Heizungskeller die vorgenommenen technischen Einstellungen zu überprüfen, sondern zu untersuchen, ob die Maßnahmen die erwarteten **Auswirkungen** haben, sich also im Mittel Vormittagstemperaturen um 20°C einstellen mit einer gleichmäßigen Absenkung in der Nacht. Für die Erfolgskontrolle mussten die Schüler also nur Temperaturen messen und richtig interpretieren



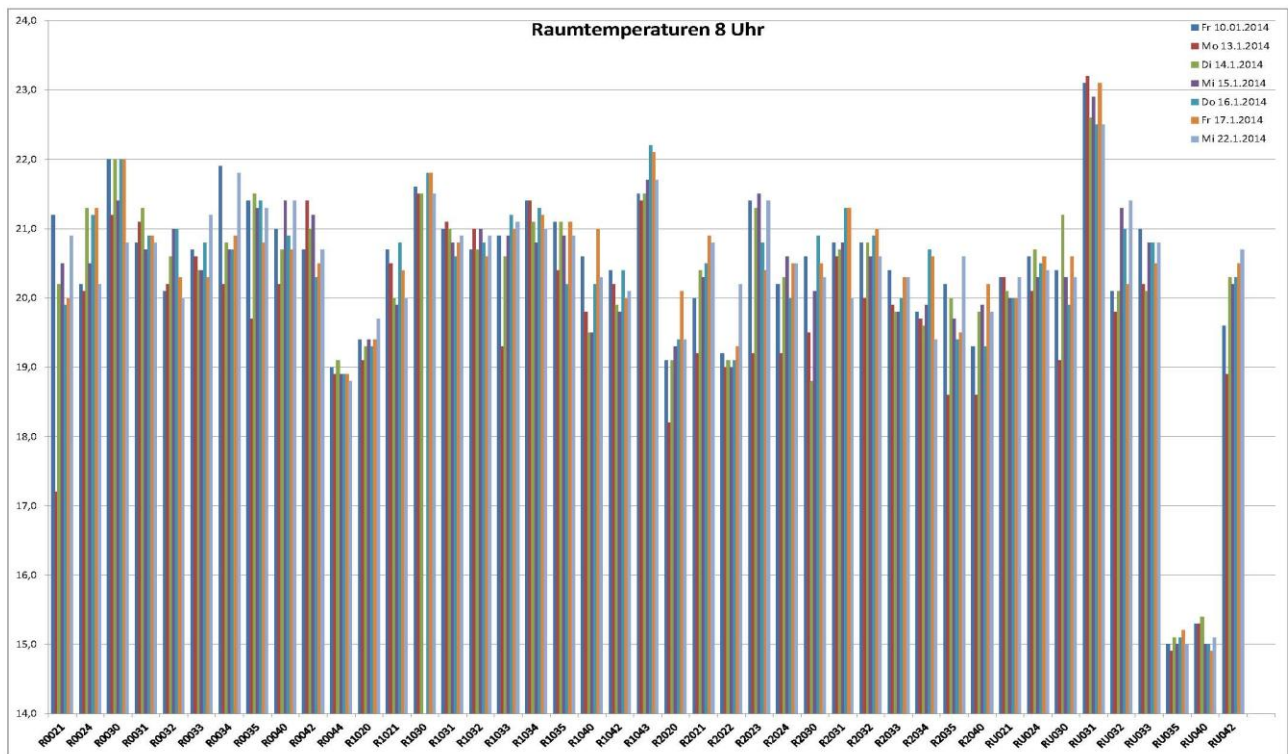
Kalibrieren der Thermometer

Noch viel einfacher wäre es gewesen, wenn die Schüler der 70 Schulen damals nicht alle 20 Minuten die Temperaturen selber hätten messen und aufzeichnen müssen, sondern wenn sie – wie die Schüler des Pilotprojekts in Marktoberdorf – die Möglichkeit gehabt hätten, die Temperaturen aus der Gebäudeleittechnik zu bekommen, z.B. so:



Trendkurven in Marktoberdorf, erstellt während des ersten Probetriebs aus Daten der GLT

Oder auch so:



Chronische Über- und Unterversorgung mit Wärme, Darstellung Raumtemperaturen 8 Uhr aus Daten der GLT in Mod.

3.2 Kontrolle setzt Kontrollierbarkeit voraus

Die Einregulierung einer gebäudetechnischen Anlage erfordert mannigfache Überprüfungen und das nicht erst nach, sondern ebenso auch **während der Einregulierungsphase**. Wenn diese mehr als ein ineffektives und Zeit vergeudendes Stochern im Nebel sein soll, muss die ausführende Firma jede Änderung eines Parameters auf ihre Wirkung hin überprüfen können. Deshalb macht es keinen Sinn, mit der Einregulierung einer Belüftungsanlage zu beginnen, bevor nicht mindestens folgende Maßnahmen erfolgreich abgeschlossen wurden:

1. Ein **vollständiger Datenpunkttest**. Bevor hier nicht alle Mängel beseitigt sind, läuft eine Einregulierung ins Leere.
2. Die **Kalibrierung aller Sensoren**, durch deren Messwerte die Anlage geregelt wird. Mit falschen Werten kann nicht richtig geregelt werden. Und es kann auch nicht nachjustiert werden. Denn erst wenn man sicher ist, dass alle Messensoren mängelfrei sind, kann man aus dem Verstellen eines Parameters Rückschlüsse auf die Zielerreichung der gewählten Maßnahme ziehen.
3. Die Möglichkeit, über **Ausgabefunktionen der Gebäudeleittechnik** den zeitlichen Verlauf analyserelevanter Messgrößen auf einfache Weise visualisieren zu können. Wenn die Mess- und Regeltechnik nur die Beobachtung von Momentanwerten ermöglicht, lässt sich die Auswirkung einer Parameteränderung nicht analysieren.
4. Der **hydraulische Abgleich**, sofern eine Warmwasserheizung eingesetzt wird. Denn der ist Voraussetzung dafür, dass man mittels der eingebauten Thermostatventile eine funktionierende Temperaturregelung ohne chronisch über- oder unterversorgte Räume erhält.

Die unter Punkt 3 erwähnten Ausgabefunktionen gehören eigentlich zum Standard einer guten Gebäudeleittechnik, und werden deshalb auch angeboten, allerdings nicht von allen einschlägigen Firmen. Nachgefragt werden solche Funktionen von den Bauverwaltungen allerdings kaum. Die intern erhobenen Messdaten bleiben deshalb in der Regel ein großes Geheimnis. Die Gebäudeleittechnik wird sozusagen als schwarzer Kasten eingekauft, der keine Schnittstelle bietet, über die Daten ausgelesen werden können, ganz zu schweigen von ausdruckbaren vorgefertigten Tages- und Wochenbildern zu wesentlichen Kenngrößen der Anlage.

Bei der Pilotsanierung in Marktoberdorf sollten diesbezüglich keine Wünsche offen bleiben, zumal die Daten aus der GLT auch für das Monitoring der technischen Begleitforschung verwendet werden sollten. In den Ausschreibungsunterlagen wurde deshalb dezidiert festgelegt,

- dass alle Prozessdaten exportierbar sein müssen, z.B. in externe Office-Anwendungen,
- dass für Schüler und Lehrer der uneingeschränkte Lesezugriff auf alle aufgezeichneten Daten möglich sein muss und
- dass vorgefertigte Bilder für Prozessdaten der Einzelraumregelung und für Verbrauchsdaten in Tag und Wochenbild vorzusehen sind mit allen Datenpunkten, die für die Beurteilung der Anlagenfunktionen notwendig sind.

Das alleine ist noch nicht ausreichend. Wie in Kapitel 2 auf Seite 7 oben dargelegt, sind die Komfortziele einer mechanischen Belüftung auf bezahlbare Weise nur bei einer **systematischen Schülerbeteiligung** erreichbar. Diese wurde erstmals bei der Pilotsanierung in Marktoberdorf erprobt.

Im Sommer 2011 hat sich dazu unter Leitung von Herrn StR Stegmann (Chemiker) und Herrn StD Neumann (Physiker) die Schülerarbeitsgemeinschaft **AK-Energie des Gymnasiums Marktoberdorf** gegründet mit dem Ziel, den Contractor bei Einregulierung und Mängelmanagement die Bauverwaltung bei ihren Kontrollaufgaben zu unterstützen.

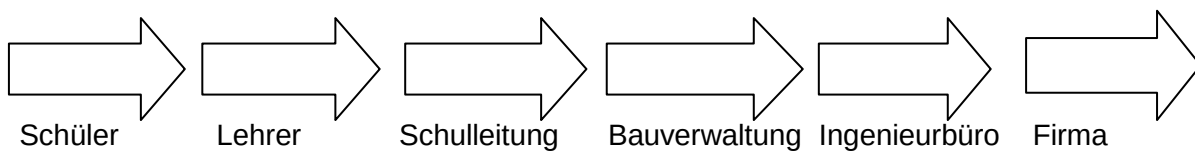


Der AK-Energie mit seinen Betreuern StD Neumann (Mitte) und StR Stegmann (rechts)

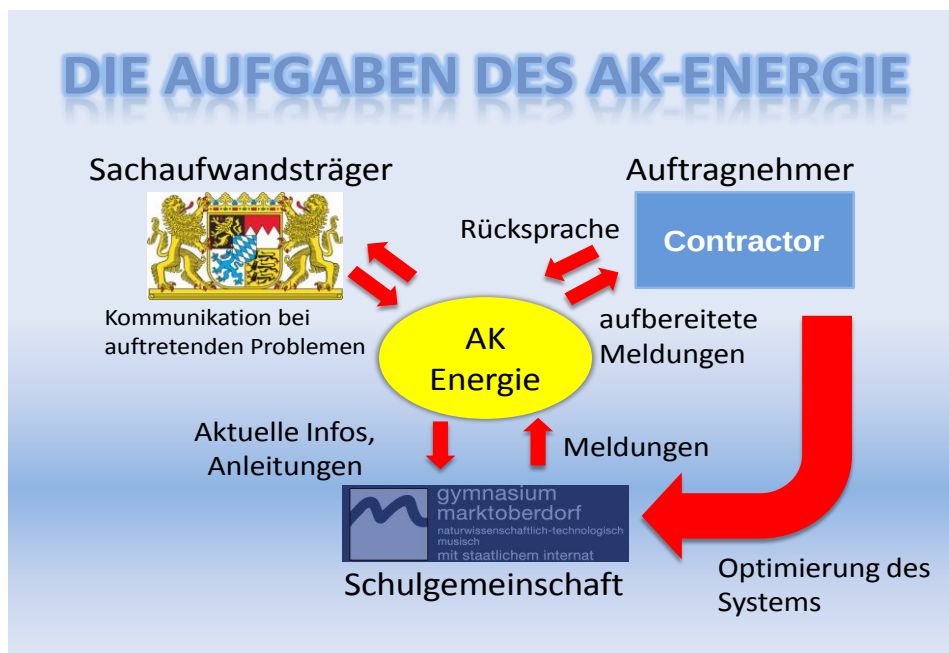
Im Juli 2012 fand dazu ein erstes Arbeitsreffen des AK und der Projektgruppe des Umweltbildungsprojekts mit der Contractingfirma, der Bauverwaltung und der Schulleitung statt, um die Modalitäten der Zusammenarbeit abzusprechen. Sie betraf zunächst die Räume des Atriumbaus, die bis zum Schuljahresbeginn im Sept 2012 zu beziehen waren. Die mechanische, CO₂-gesteuerten Belüftung musste dazu bis auf Nachjustierungen bereits in den Sommerferien einreguliert werden, da eine Versorgung der Schüler mit frischer Luft über eine Fensterlüftung baulich und regelungstechnisch ausgeschlossen worden war.

Allen Beteiligten war klar, dass die **Nachjustierung der Lüftungsanlage** äußerst zügig abgeschlossen werden musste, um bei Schülern und Lehrern keine **Akzeptanzprobleme für die rein mechanisch mögliche Belüftung** zu bekommen. Man war sich schnell in der Beurteilung einig, welche Rolle die Schüler dabei übernehmen können und sollen: Der AK- Energie sollte für qualitative Beobachtungen in den Klassenräumen zuständig sein und hierbei die Kommunikation zwischen Schulgemeinschaft, Contractingfirma und Bauverwaltung übernehmen.

Normalerweise ist bei Bauvorhaben der Kommunikationsweg für Klagen der Nutzer linear und ohne Rückkopplung, wie sie bearbeitet werden: Es dürfen weder die Schulleitung noch die Lehrer und schon gar nicht die Schüler direkt mit den ausführenden Firmen zusammenarbeiten. Wenn eine Fehlfunktion bemerkt wird, haben sich die Schüler an den Lehrer, und dieser an die Schulleitung zu wenden. Die meldet das dann an die Bauverwaltung, welche die Meldung dann an das bauüberwachende Planungsbüro weiterleitet. Dieses hat dann den oder die Verursacher herauszufinden und zur Mängelbehebung zu veranlassen. Wenn man Glück hat, wird ein Schuldiger gefunden und der Fehler behoben. Eine Rückmeldung über die ganze Kette zurück zum Nutzer ist nicht üblich.



Mit einer solchen linearen Kommunikationskette ist eine **Einbindung der Schüler in das Mängelmanagement vor der Abnahme** nicht möglich. Der AK-Energie bekam die Aufgabe, Kommunikationsschnittstelle zwischen Contractor, Bauverwaltung und Schülerschaft zu werden und eine effiziente Kommunikation zwischen diesen drei Gruppen zu entwickeln.



Grafik aus dem Vortrag des AK-Energie auf der Zukunftskonferenz am 19.11.2012

Der AK- Energie hat dazu **ein Fehlermeldesystem** für die Erfassung derjenigen Mängel, erarbeitet, die nicht alleine über Messwerte aus der Gebäudeleittechnik, sondern nur unter Mithilfe direkter qualitativer Beobachtungen vor Ort entdeckt werden können. Das Meldesystem sollte **bis zum Probebetrieb vor der Abnahme der Contractingleistungen** eingesetzt werden, den die Contractingfirma für Dezember 2012 angekündigt hatte.



Die Fehlermeldungen der Schulgemeinschaft waren von den Energiemanagern, die dazu in jeder Klasse gewählt worden waren, auf vorgedruckte Meldekarten einzutragen, von der anwesenden Lehrkraft gegenzuzeichnen und dann an den AK Energie weiterzuleiten.

Meldekarte

Raum:	Datum:	evtl. Uhrzeit:
verantwortliche Lehrkraft	lesbarer Kürzel:	Unterschrift (Kürzel):
verantwortlicher Energiemanager	lesbarer Name:	Unterschrift:

Leuchtanzeige:	Raumklima:	Zuggefühl
rot	zu kalt	Lüftung zu laut
gelb (Fenster auf?)	zu warm	Heizung zu laut
oben grün	schlechte Luft von Beginn	sonstiges/Bemerkung: (z.B. Licht, Jalousien)
unten grün	Luft wird immer schlechter	
alle aus	Luft verbessert sich i.d. Std.	

Der AK Energie übertrug die Meldungen dann in eine Exceltabelle auf dropbox, zu der sowohl der AK und die Contractingfirma, als auch die Bauverwaltung, die technische Begleitforschung des naerco- Projekts und das Projektteam des Umweltbildungsprojekts Zugang hatten. Später wurden die Meldungen und Rückmeldungen über eine Datenbank auf der Schulhomepage abgewickelt, die der Computerspezialist der Schülergruppe programmiert hat.

Datum	Raum	Sp. alt. it von Beginn	schlechte Luftqualität	Qualität verbessert sich i.d. Std.	Qualität nimmt i.d. Std. ab	Geräusch Lüftung	Zuggefühl	zu kalt	zu warm	kalt oder warm	Jalousien Störung	sonstige Störung/Bemerkung	rote Diode	gelbe Diode	1X grüne Diode	2X grüne Diode	Dioden aus	S p al	Datum der Rückmeldung	Wird voraussichtlich behoben bis	Behoben am	Bemerkung wisag
17.09.2013	0-024											Fensterkontakte wurden überprüft										Da das Fenster zwischen 8 und 11:45 Uhr geöffnet war, konnte die Lüftung in dieser Zeit nicht laufen. Der Wert von 850ppm konnte in diesem Zeitraum kurzzeitig gemessen werden. Nachdem das Fenster zu gemacht wurde, regelte die Lüftung wieder automatisch.
25.09.2013	0-024	0	x							0			x	x	x				24.09.2013			Laut Trendaufzeichnungen kann keine schlechte Luftqualität nachvollzogen werden.
26.09.2013	0-024	0	x							0		und zu warm ca. 9:30 Uhr				x			27.09.2013			Laut Trendaufzeichnungen kann keine schlechte Luftqualität nachvollzogen werden.
01.10.2013	0-024	0			x				x	1		Alle Fenster zu: Raumklima wird als konstant schlecht beschrieben		x					27.09.2013			Schlechte Luftqualität konnte nicht nachvollzogen werden. Das Fenster war laut Trendaufzeichnung von 10:40 Uhr auf!
17.10.2013	0-024	0	x							0		und unerträglich warm im Raum! Die Zuverlässigkeit der Trendaufnahmen dieses Raumes muss seitens der WISAG in Frage gestellt und überprüft werden. Datum der Meldung: 17.10.2013		x					16.10.2013			
21.10.2013	0-024	0			x				x	0		und unerträglich warm im Raum! Die Zuverlässigkeit der Trendaufnahmen dieses Raumes muss seitens der WISAG in Frage gestellt und überprüft werden.				x			23.10.2013			siehe Meldung vom 21.10.2013
17.10.2013	0-024	0			x					0												
21.10.2013	0-024	0			x					0						x			23.10.2013	23.10.2013	23.10.2013	Im Raum 0-024 haben wir jetzt erneut die Einstellungen geändert. Zum einen lassen wir die Anlage nachts noch länger laufen, um die Kühllast abzufahren. Zum anderen wurde das Delta zwischen Abluft- und Zulufttemperatur, mit dem wir einbläsen noch weiter vergrößert (5 Kelvin!!!). Außerdem sollte die Anlage jetzt auch nachts mit einer höheren Luftmenge laufen. Bitte weiter beobachten, ob das jetzt besser wird.
23.10.2013	0-024	0			x					0		Fenster mussten geöffnet				x						



Um die Contractingfirma von unnötigen Meldungen zu verschonen, war vorgesehen, dass der AK-Energie die **Fehlermeldungen vorfiltert**, indem er sie unter Zuhilfenahme der Trendkurven aus der Gebäudeleittechnik zuerst auf Plausibilität überprüft, bevor er sie dann über die Exceltabelle an den Contractor weiterleitet. Dabei ging der AK-Energie selbstverständlich davon aus, dass er sich auf die Messwerte aus der Gebäudeleittechnik verlassen kann, d.h., dass die auf Seite 10 genannten Voraussetzungen 1 bis 3 erfüllt sind. Hätte der AK-Energie von Anfang an Zweifel daran gehabt, dass diese Voraussetzungen nicht erfüllt sind, hätte er die Aufgabe gar nicht übernehmen dürfen.

3.3 Die Bedeutung der Abnahme speziell an Schulen

Schülerpartizipation in Form einer Beteiligung an der Mängelaufdeckung ist – wenn sie nicht in Frust enden soll - nur bis zur Abnahme sinnvoll. Denn nur bis zu diesem Zeitpunkt kann die Schule mit Aussicht auf Erfolg fordern, dass die Bauverwaltung für eine Abstellung der beobachteten Mängel sorgt. Das liegt daran, dass die Abnahme **ein juristischer Akt von weitreichender Bedeutung** ist, weil sich mit ihr im Falle einer Mängelrüge die Beweislast umkehrt:

Bis zur Abnahme kann der Auftraggeber im Falle eines behaupteten Mangels solange **die Zahlung verweigern**, bis der Auftragnehmer den Mangel beseitigt hat oder nachweisen kann, dass gar kein Mangel vorliegt.

Nach der Abnahme hat der Auftraggeber dieses Druckmittel nicht mehr. Jetzt ist er es, der – wenn er die Beseitigung eines Mangels einfordert, gerichtsfest beweisen muss, dass überhaupt ein Mangel vorliegt. Der Schulleiter hat naturgemäß überhaupt keine Möglichkeit dazu. Er muss das beim Sachaufwandsträger beantragen, der den Antrag an die Bauverwaltung weiterreicht.

Eine kostenintensive Mängelbeseitigung wird der Auftragnehmer nicht freiwillig machen. Da nützt es nicht einmal etwas, wenn der Mangel so offensichtlich ist, dass auch ein Laie ihn erkennen kann.

Nicht Recht zu haben, sondern Recht zu bekommen ist nach der Abnahme das einzige, was nun zählt.

Der Auftragnehmer kann es sich jetzt leisten, es auf ein Gerichtsverfahren ankommen lassen, denn das bedeutet für ihn kein zusätzliches Kostenrisiko (er ist dagegen versichert).

Für den Auftraggeber dagegen beginnt mit der Gewährleistungsverfolgung ein kostenintensives Abenteuer mit ungewissem Ausgang, vor allem, wenn es sich um einen systemischen Mangel wie fehlende Behaglichkeit handelt, für den wegen der üblichen gewerkweisen Vergabe viele Verursacher in Frage kommen können. Um den oder die Verursacher haftbar machen zu können, müsste die Bauverwaltung deshalb zuerst ein aufwändiges gerichtliches Beweissicherungsverfahren anstrengen. Erst dann, wenn klar ist, wer haften muss, der Planer oder der Heizungsbauer oder die Elektrofirma oder die Firma für Gebäudeautomation oder das bauüberwachende Ingenieurbüro oder alle zusammen und mit welchen Anteilen, macht eine Forderung auf Mängelbeseitigung oder gar ein Prozess zur Erzwingung der Mängelbeseitigung Sinn. Die theoretisch mögliche juristische Gewährleistungsverfolgung ist bei systemischen Mängeln also ein stumpfes Schwert. Sie ist kostenintensiv, von ungewissem Ausgang und kann alleine wegen der Zuarbeiten, die die Bauverwaltung für die Rechtsabteilung leisten müsste, eine ganze Bauverwaltung lahmlegen. Deswegen wird die Bauverwaltung, wenn sie den Mangel überhaupt weiterverfolgt, in der Regel den Weg eines Vergleichs in Form einer Honorarminderung wählen. Davon hat die Schule leider nichts und die Schüler müssen den Mangel bis zur nächsten Sanierung erdulden.

Das alles weiß der Schulleiter auch. Er wird sehr genau abwägen, ob und wie lange er mit Klagen den Sachaufwandsträger bzw. die Bauverwaltung behelligen kann. Und er hat allen Grund dazu: Im Interesse der Schule und ihres Bildungsauftrags hat er naturgemäß andere Prioritäten als eine funktionierende Anlagentechnik. „Für die Schule ist ein Sprachlabor wichtiger als eine funktionierende Heizung“, bekam ich vor Jahren vom Direktor meiner ehemaligen Schule zu hören.

4 Erfahrungen bei der Pilotsanierung in Marktoberdorf

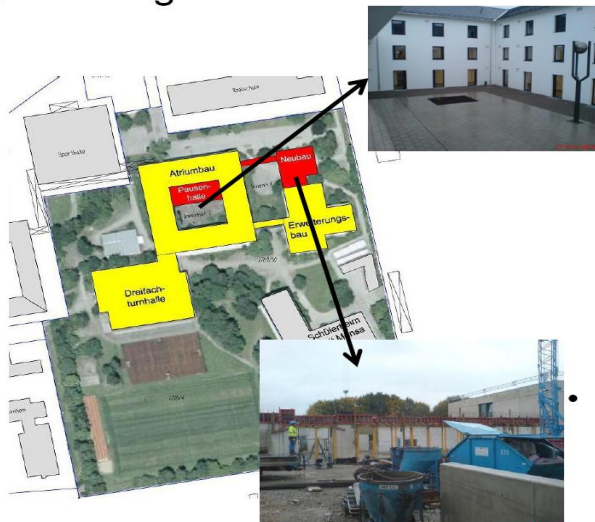
4.1 Kontext des Projekts

Das B.A.U.M.- Umweltbildungsprojekt Energiepartnerschaft ist eine Ergänzung des B.A.U.M.- Forschungsprojekts naerco (Nachhaltig durch Erfolgscontracting), bei dem an Hand der Pilotsanierung in Marktoberdorf erstmals der Bau und der Betrieb der gebäudetechnischen Anlagen als Dienstleistung mit 15-jähriger Erfolgsgarantie ausgeschrieben und erprobt wurde. Dabei sollte die Qualität der Sanierung durch eine **funktionale Ausschreibung mit Funktionsprüfung** gesichert werden. Während sich die Überprüfungen bei öffentlichen Bauvorhaben auf Stichproben beschränken, worauf sogar bisweilen im Ausschreibungstext extra hingewiesen wird /12 /, war zusätzlich die **Zielerreichung in Marktoberdorf** von der Contractingfirma mittels eines vierwöchigen Probebetriebs nachzuweisen. Seine erfolgreiche Durchführung hatte die Firma gemäß Werkvertrag durch „Vorlage von **Trendprotokollen** zu sämtlichen Regel- und Steuerfunktionen sowie Betriebsweisen der gebäudetechnischen Anlagen“ zu dokumentieren. Damit dieser anspruchsvolle Teil der Abnahmeprüfung für die Contractingfirma und das bauüberwachende Ingenieurbüro zu wirtschaftlich vertretbaren Kosten erfüllt werden konnte (siehe Seite 7 oben), sollten die Schüler die Contractingfirma beim Mängelmanagement und das bauüberwachende Ingenieurbüro bei der Erfolgskontrolle unterstützen. Der Werkvertrag sah außerdem ausdrücklich einen durch prüffähige Protokolle zu belegenden vollständigen Datenpunktest vor. Der Werkvertrag sah ferner für alle fest installierten Sensoren vor, „dass im Rahmen der Inbetriebnahme sowie vor Abnahme und im Rahmen der wiederkehrender Messungen **ein Abgleich der über die GLT angezeigten Messwerte mit einem kalibrierten Messgerät** erfolgt“, was ebenfalls von der Contractingfirma durch prüffähige Protokolle nachzuweisen war und weiterhin turnusmäßig alle zwei Jahre nachzuweisen ist.

Bei der Bewertung der aus diesen Forderungen entstandenen „unendlichen Geschichte“ des Mängelmanagements bis zur Abnahmeprüfung ist zu berücksichtigen, dass es erst wenige Schulen mit einer Belüftungsanlage und deren Erfolgskontrolle gibt, dass alle Baufirmen bisher fest damit rechnen konnten, dass die Abnahmekontrolle nur stichprobenweise erfolgt, und dass die Beobachtungen bei einem **Pilotprojekt** gemacht wurden. Der Sinn der folgenden Beschreibung ist deshalb nicht, Schuldige für gemachte Fehler zu benennen, sondern mit einer möglichst genauen Darstellung der Fakten eine belastbare Grundlage für eine Analyse der gemachten Fehler zu finden, um daraus lernen zu können.

4.2 Chronik der Abläufe in Marktoberdorf

Sanierung + Neubau



Sanierung

- Atrium (Bezug August / September 2012)
- Erweiterungsbau (Rohbau 2012 / Fertigstellung 1013)
- (Turnhalle)

• Neubau

- Pausenhalle (2012)
- Erweiterung (2013)



Die Chronik erfasst die „Übergangszeit“ vom Bezug der Klassenzimmer im September 2012 bis zur vollständigen Leistungserbringung der Contractingfirma im Oktober 2017. Sofern nichts anderes erwähnt wird, beziehen sich die Ausführungen auf den Atriumbau.

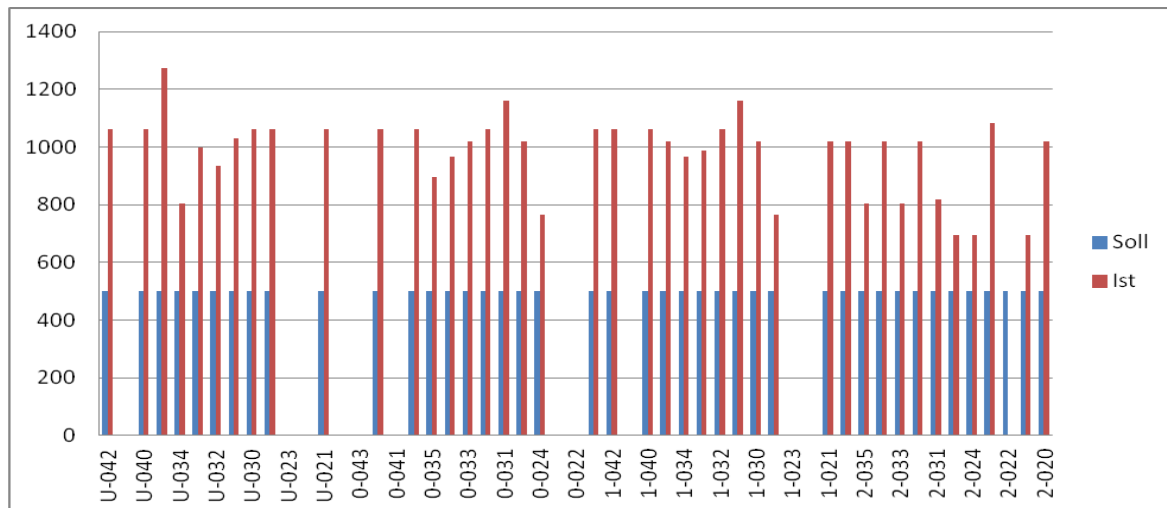
- ▶ **Bezug** des renovierten Atriumbaus: **September 2012** zu Schulbeginn.
Stand der Einregulierung: Die mechanische, CO₂-gesteuerten Belüftung war in den Sommerferien (bis 7.09.2012) **bis auf Nachjustierungen einreguliert** worden, da eine Versorgung der Schüler mit frischer Luft über eine Fensterlüftung baulich und regelungstechnisch ausgeschlossen worden war. Die einzelnen Räume wurden zu Schuljahresbeginn nur autark betrieben, waren also noch nicht auf die GLT aufgeschaltet
- ▶ Qualitative Beobachtungen der Schüler: ab September 2012
- ▶ **Heizungsanlage** : Betriebsbeginn **Oktober 2012**
- ▶ **„Zukunftskonferenz“** aller am Sanierungsgeschehen beteiligten Akteure: **19.11.2012** /13 /
- ▶ Geplanter vierwöchiger Probetrieb im Atriumbau: Lt. Auskunft der Contractingfirma vom Sept. 2012 sollte er im November 2012, spätestens aber im Dezember 2012 stattfinden./14/
- ▶ **Runder Tisch am 12.12.2012** (Schulleitung, Bauamt, Contractingfirma, naerco, Umweltbildungsprojekt Energiepartnerschaft, AK-Energie). Er wurde vom Bauamt auf Bitte der Schule einberufen. Grund war der aufgestaute Frust wegen ausbleibenden Rückmeldungen der Contractingfirma auf die gemeldeten Mängel (180 Meldungen seit Sept. 2012) /15/.
- ▶ **Aufschaltung der Regelung** auf einen Server am Standort Frankfurt der Contractingfirma: **Januar 2013**
- ▶ Konzeptvorschlag der Contractingfirma für die Ausgabefunktionen der Gebäudeleittechnik Ende Februar 2013: Anpassung des Tools IHistorian der Firma GE Fanuc auf die Bedürfnisse in Marktoberdorf („PHA-Tool“) in Zusammenarbeit mit dem Bauamt, aber ohne Mitwirkungsmöglichkeit der Schule. /16 / ; /17/.
- ▶ **Hydraulischer Abgleich**: In den Faschingsferien 2013 /18/.
- ▶ **Neue Terminplanung des Bauamtes (13.03.2013)** : Vierwöchiger Probetrieb im Mai 2013. Anschließend Teilabnahme des Atriumbaus mit der Auflage, nachträglich im Winter 2013/2014 nachzuweisen, dass das Zusammenspiel von Heizung und Lüftung auch im Winterbetrieb mängelfrei ist und die zu garantierenden Raumklimafunktionen erbringt. Nach Auffassung des Bauamtes sei diese Vorgehensweise einer „Abnahme unter Vorbehalt“ alternativlos, da die Abnahme Voraussetzung für den formalen Beginn der Betriebsführung durch den Contractor sei /19 /, /20/, /21/, /22/ .
- ▶ **Vernichtendes Urteil über die Schülermeldungen (April 2013)**: Die Contractingfirma behauptet, ohne dafür auch nur einen einzigen Beleg anführen zu können, dass von den bis dahin aufgelaufenen mehr als 300 Fehlermeldungen der Schulgemeinschaft „80 Prozent substanzlos“ gewesen seien / 23 /
- ▶ Das Bauamt übernimmt diese Behauptung ungeprüft und schreibt, dass angesichts der großen Zahl von Lüftungsgeräten (47) die verbleibende Anzahl von „60 echten Fehlern“ in 5 Monaten normal sei /24 /
- ▶ **Kalibrierung der Temperatursensoren (Mai 2013) und Austausch** eines Drittels der CO₂ –Sensoren (bis 24.05.2013) auf Grund einer Überprüfung, die die technische Begleitforschung von naerco von Mitte Februar bis Mitte April 2013 durchgeführt hatte /25 /
- ▶ **GLT-Station** an der Schule fertig gestellt: Anfang **Juni 2013**
- ▶ **Beantragung des vierwöchigen Probetriebs** im Atriumbau durch die Contractingfirma am **19.06.2013**
- ▶ **Sachstandsbericht zur Abnahmefähigkeit** am **19.06.2013** durch das bauüberwachende Ingenieurbüro vor Vertretern der Forschungsprojekte naerco und Umweltbildungsprojekt Energiepartnerschaft:
Heizungs- und Lüftungsanlagen: Bis auf die Überprüfung der Brandschutzmaßnahmen, der vorgelegten Dokumentation und der Messprotokolle seien alle einschlägigen Prüfungen durchgeführt und keine wesentlichen Mängel festgestellt worden, die einer Teilabnahme entgegenstünden. Es gäbe geringfügige Überschreitungen der maximal erlaubten CO₂-Konzentration, die seien aber durch „Optimierung der Volumenstromregler“ zu beseitigen./26/



Gebäudeautomation: Stand 19.06.2013 nach insgesamt sieben Baustellenbegehungen, beginnend am 25.02.2013 (also 7 Monate nach Bezug der Klassenräume): Die geforderten Funktionen der GA seien grundsätzlich funktionstüchtig hergestellt und in Betrieb. Es seien lediglich noch geringfügige Fehler (5) zu beheben und eine Layoutanpassung der Ausgabefunktionen (PHA-Tool) zu prüfen. Dies würde aber nicht die Funktionalität der Gebäudeautomation behindern. Strittig sei noch der Standort des Servers für die GLT. /27/

► **Einspruch gegen die positive Darstellung des Ingenieurbüros / 28/** von den anwesenden Vertretern der technischen Begleitforschung und des Umweltbildungsprojekts mit folgenden Begründungen

- nicht enden wollende Fehlermeldungen (im Durchschnitt 3 pro Tag),
- **Fehlen vertraglich geschuldeter Ausgabefunktionen:** Exportierbarkeit aller Prozessdaten in externe Office-Anwendungen (wesentlich für die technische Begleitforschung); uneingeschränkter Lesezugriff auf alle aufgezeichneten Daten für Schüler und Lehrer; vorgefertigte Bilder für Prozessdaten der Einzelraumregelung und für Verbrauchsdaten in Tag- und Wochenbild.
- die vereinbarte Deckelung der **CO₂-Konzentrationen** auf 500ppm über Außenluft, wird nicht nur in Einzelfällen und auch **nicht nur geringfügig** überschritten.



Maximale CO₂ -Werte über Außenluft, berechnet aus den gemessenen maximalen Volumenströmen (Stephan)

Der Grund: Wie die Messungen der technischen Begleitforschung aufgedeckt haben, hat die Contractingfirma deutlich niedrigere maximale Volumenströme eingestellt, als die in der Referenzplanung errechneten Werte. Gemäß eigener Berechnungen der Hochschule Nürnberg ist es selbst mit den höheren Volumenströmen der Referenzplanung unmöglich, in allen belüfteten Räumen die vereinbarte Luftqualität von 500ppm über Außenluft für alle Altersstufen von Schülern herzustellen. Grund hierfür ist einer Fehlinterpretation der DIN 15251 (2007), was eine entsprechende Erhöhung der CO₂-Garantiewerte notwendig macht.

- Bezug von Neubau und von saniertem Erweiterungsbau: September 2013
- Freischaltung des PHA-Tools für die Schule, das ist eine Ausgabefunktion, mit der Trendkurven erzeugt werden können **November 2013**.

Es fehlen **die vorgefertigten Wochen- und Tagesbilder, die Exportierbarkeit aller Prozessdaten in externe Office-Anwendungen und der Lesezugriff für Schüler und Lehrer auf alle aufgezeichneten Daten**.

- **Kündigungsschreiben des AK-Energie vom 13.12.2013** an das Bauamt /29/. Der AK fühlt sich als „emotionaler Mülleimer der Schule“ missbraucht, da seine Meldungen seit Wochen nutzlos seien. Die AK-Mitglieder legen ihre Arbeit als Kommunikatoren zwischen Schule und Contractingfirma vorläufig bis nach der Abnahme nieder.
- **Gebäudeautomation, Stand 17.12.2013:** Die Checkliste /30 / des Bauamtes zählt 35 Punkte der Funktionalausschreibung GA auf, für die noch kein akzeptierter Nachweis erbracht wurde, oder die noch nicht erfüllt sind.



Insbesondere fehlen noch immer **die abrufbaren vorgefertigten Wochen- und Tagesbilder, die Exportierbarkeit aller Prozessdaten in externe Office-Anwendungen und der Lesezugriff für Schüler und Lehrer auf alle aufgezeichneten Prozessdaten.**

- ▶ **Krisensitzung**, einberufen vom Bauamt am **18.12.2013**: Schulgemeinschaft, Bauverwaltung und Contractingfirma diskutieren die frustrierende Situation nicht enden wollender Meldungen ohne Wirkung. Das Bauamt sieht dringenden Handlungsbedarf. Das bauüberwachende Ingenieurbüro bestätigt die Aussage der Projektleitung des Umweltbildungsprojekts, dass die **Charts des PHA-Tools zur Überprüfung der Anlage ungeeignet** sind, und fordert, das verloren gegangene Vertrauen in die Anlagen und die Contractingfirma müsse wieder hergestellt werden. Die Contractingfirma verspricht Besserung und bittet den AK-Energie, seine Arbeit nicht einzustellen. Der AK-Energie erklärt sich auf Bitte der Schulleitung dazu bereit unter der Bedingung, dass der Contractor mehr Personal auf die Baustelle schickt und seine Beobachtungen endlich nachvollziehbar ernst genommen werden /31/.
- ▶ Der AK organisiert einen eintägigen **Probetriebsvorlauf** am **5.02.2014**, mit Schüler-und Lehrermeldungen aus allen Klassenräumen, um die für die Schulgemeinschaft frustrierende Meldesituation (mittlerweile über 500 Meldungen) endlich beenden zu können /32/. Die Meldeprotokolle können dann aber nicht ausgewertet werden, da die Contractingfirma immer noch **keine Programmierung der vorgefertigten Tagesbilder** vorweisen kann, und auch nicht die als Ersatz angebotenen Screenshots aus dem PHA-Tool liefert.
- ▶ **Erneute Beantragung des Probetriebs durch die Contractingfirma: 25.02.2014.** Er wurde vom Bauamt „auf Grund einer Vielzahl an Störmeldungen“ /33/ vorzeitig abgebrochen.
- ▶ **Aufkündigung der Energiepartnerschaft**: Der AK-Energie stellt auf einer gemeinsamen Sitzung des AKs, der Energiemanager und der Contractingfirma am **26.03.2014** seine Arbeit wegen Nichteinhaltung der Zusagen der Contractingfirma ein /34/.
- ▶ **Erstmals Lieferung eines Satzes analysefähiger Daten aus der GLT** an die technische Begleitforschung: **Juli 2014**, sehr begrenzter Umfang (nur 1000 Datenpunkte), begrenzter Zeitraum (Daten erst ab Feb.13).
- ▶ **Datenpunkttest** (Datenpunkt-Check stichprobenweise) Prüffähige Dokumentation **1.12.2014** /35 /
- ▶ **Gebäudeautomation Stand März 2015**: Die Checkliste /36/ des bauüberwachenden Ingenieurbüros zählt jetzt im Gegensatz zu den 35 Punkten des Dez. 2013 nun 86 Punkte der Funktionalausschreibung GA auf, für die noch kein akzeptierter Nachweis erbracht wurde, oder die nicht erfüllt sind. Insbesondere fehlen immer noch **die abrufbaren vorgefertigten Wochen- und Tagesbilder, die Exportierbarkeit aller Prozessdaten in externe Office-Anwendungen und der Lesezugriff für Schüler und Lehrer auf alle aufgezeichneten Prozessdaten.**
- ▶ **Probetrieb aller Bauteile**: „wegen bekannter herstellerbedingter Fehler bzgl. der Steuerplatinen“ nur für einen Teil der Atriumräume im **Juli 2015**, für die restlichen 15 Atriumräume nach Austausch der Platinen **im November 2015**. Die geschuldete Vorlage von Trendprotokollen wird der Contractingfirma erlassen. In der Bescheinigung des bauüberwachenden Ingenieurbüros steht: „Die Anlagen wurden nach Möglichkeit **stichprobenhaft** auf Basis der bekannten Vorgaben zu Prüfpunkten, Grenzwerten und Regelstrategien geprüft. Insgesamt ist der durchgeführte Probetrieb unter Berücksichtigung bekannter, mit den Projektbeteiligten abgestimmter Grundlagen überwacht sowie erfolgreich abgeschlossen worden“ /37/.
- ▶ **Exportierbarkeit aller Prozessdaten in externe Anwendungen und uneingeschränkter Lesezugriff auf alle aufgezeichneten Daten für Schüler und Lehrer**: Da die Bauverwaltung nicht in juristisch unangreifbarer Weise widerlegen kann, dass die dazu in der Funktionalausschreibung GLT gewählten Formulierungen im Sinne der Contractingfirma interpretierbar sind, einigt sie sich am **30.03.2016** mit der Firma darauf, dass diese Forderung fallengelassen wird. Stattdessen verpflichtet sich die Firma zu einer jährlichen Übermittlung aller Prozessdaten im csv-Format auf einer Festplatte /38 /.
- ▶ **Endabnahme: 26.04.2016** Im Protokoll steht: „Zusätzliche Absprache: Nach den vorliegenden Informationen liegen keine Beschwerden der Schule vor, somit sind die Behaglichkeitskriterien im laufenden Schulbetrieb erfüllt und keine weiteren Messungen notwendig.“ / 39/
- ▶ **Prozessdaten im csv-Format auf Festplatte: Oktober 2016** (für Juli 13-Sept.16); **Juli 2017** (für Okt.16-Juli17); **September 2017** (für Februar 13 – Juli 13).



- **Trendcharts als vorgefertigte Bilder abrufbar:** Die Contractingfirma sieht sich **Okt. 2016** immer noch nicht in der Lage, mit dem PHA-Tool die geschuldeten vorgefertigten Bilder zu realisieren und erklärt sich bereit, eine externe Firma mit der Programmierung zu beauftragen. Das Programm wird voraussichtlich im November 2017 auf dem Schulserver installiert werden.

4.3 Bewertung der Abläufe

Die Chronik belegt:

a) **Das Fehlen der grundlegenden Voraussetzungen für eine effektives Mängelmanagement und eine systematische Optimierung der Regelstrategie:**

Es gab bei Einzug im September 2012 und noch lange danach nicht genügend Personal auf der Baustelle /40/, keine Aufschaltung der Räume auf die GLT, keine praxistaugliche Visualisierungsmöglichkeit der Prozessdaten, keine Exportierbarkeit der Prozessdaten in externe Anwendungen, keinen Datenpunkttest und keine Kalibrierung der Messfühler. Das wusste die Contractingfirma. Allen anderen (Bauamt, Schule, technische Begleitforschung, Projektgruppe des Umweltbildungsprojekts) erschloss sich erst im Nachhinein tröpfchenweise, dass sich die Contractingfirma jahrelang an einer Einregulierung und Mängelbeseitigung versuchte, obwohl dafür elementare Voraussetzungen fehlten. So konnte in **73 Prozent der Atriumräume** die Regelung alleine schon deshalb nicht funktionieren, weil viele CO₂-Sensoren bis zu 98% falsche Werte lieferten /41/, viele Temperatursensoren bis zu 1,7 Grad ungenau waren /42/ und zudem noch die Steuerplatinen von 14 der 42 Lüftungsgeräte im Atriumbau herstellerbedingte Fehler aufwiesen. Diese Platinen wurden erst im November 2015, also mehr als 3 Jahre nach Einbau, ausgetauscht /43/. Erst ab Februar 2013 waren aus der Anlage nach und nach mehr als nur Momentanwerte abrufbar. Von den über 2000 Datenpunkten des Atriumbaus konnte die Contractingfirma bis mindestens Juli 2014 nur auf 999 zugreifen (für mehr hat sie dann erst später Lizenzen erworben).

b) **Das Fehlen einer Möglichkeit für die Contractingfirma, den geschuldeten Nachweis eines erfolgreichen Probetriebs zu erbringen**

Laut Werkvertrag wäre sie dazu verpflichtet gewesen, den Erfolg des vierwöchigen Probetriebs durch Vorlage von Trendprotokollen zu sämtlichen Regel- und Steuerfunktionen sowie Betriebsweisen der gebäudetechnischen Anlagen zu belegen. Mangels der geschuldeten vorgefertigten Bilder hätte sie dazu nur die Möglichkeit gehabt, mit dem PHA-Tool für die 70 Räume der Schule alle 1960 Tages-Trendprotokolle einzeln händisch zu erzeugen, was nicht praktikabel war, weil das einen Aufwand von über 6 Manntagen bedeutet hätte (mind. 2 Min pro Tagesbild) . Und das, obwohl die Contractingfirma „in einem langwierigen und aufwändigen Abstimmungsprozess“ /44/ mit dem Bauamt versucht hatte, durch vorkonfigurierte Masken den Aufwand zu verkleinern. Das Layout und die Abrufbarkeit der Trendkurven erwiesen sich immer noch als derart analyseuntauglich und nutzerunfreundlich, dass die Trendcharts auch für Fachleute nicht zur Überprüfung des Probetriebs zu gebrauchen waren /45/. Zudem fehlten die für eine Interpretation notwendigen Zulufttemperaturen und Sonneneinstrahlungsdaten. Der Versuch der Projektleitung, auf Kosten des Umweltbildungsprojekts eine Verbesserung des Layouts zu erreichen, um benützbare Trendkurven zu erhalten, blieb erfolglos. Die Contractingfirma sah sich „aus Kapazitätsgründen“ außerstande, ein entsprechendes Angebot zu unterbreiten /46/. Nach vergeblichen Versuchen der Contractingfirma, die sich über vier Jahre hinzogen, entschloss sich die Firma schließlich im Oktober 2016, die Programmierung bei einer externen Softwarefirma in Auftrag zu geben. Hätten praktisch einsetzbare Trendkurven rechtzeitig, d.h., unmittelbar nach Einbau der Lüftungsanlagen aus der GLT (September 2012) abgerufen werden können, hätte die „Übergangszeit“ vom Bezug des Atriumbaus bis zum Probetrieb unter Mithilfe der Nutzer drastisch von dreieinhalb Jahren auf schätzungsweise drei Monate verkürzt werden können und die Contractingfirma wäre dann auch in der Lage gewesen, die Abnahmefähigkeit des Atriumbaus nachzuweisen zu können.



c) Das Fehlen einer Möglichkeit für die Bauverwaltung, eine effektive Erfolgskontrolle durchzuführen:

Zwar wurde im März 2015 auf einer Besprechung aller Beteiligten in Marktoberdorf (Ortstermin 11.03.2015) bekräftigt: „Die Probetriebsphase (Dauer 4 Wochen) erfolgt zeitgleich über alle Bauteile der Schule. Der Nachweis wird über das GLT-System geführt. Die Überprüfung der Probetriebsphase durch das StBA Kempten bzw. das (bauüberwachende) Ingenieurbüro erfolgt ebenfalls über das GLT-System“ /47/. Später hat die Bauverwaltung dann aber die Contractingfirma von der Verpflichtung des Werkvertrags entbunden, den Probetrieb durch Trendprotokolle zu dokumentieren, und hat sich so der Möglichkeit beraubt, die Zielerreichung der Einregulierung zu überprüfen, denn mit Hilfe der über die GLT abgesetzten Störfallmeldungen ist die Zielerreichung nicht ansatzweise überprüf- bzw. nachweisbar. Damit blieb dem bauüberwachenden Ingenieurbüro **nur die unsinnige und nicht werksvertragskonforme Möglichkeit, stichprobenhaft zu prüfen**, was auch immer dann da geprüft werden konnte und sich im Übrigen auf die Aussage des Schulleiters zu verlassen, dass die Behaglichkeitskriterien sicherlich erfüllt seien, weil keine Klagen mehr an ihn herangetragen wurden. Diese Aussage des Schulleiters veranlasste die Bauverwaltung darüber hinaus auch noch, der Contractingfirma die sowieso nur stichprobenartig in 5 Räumen vorgesehenen teuren Luftgeschwindigkeitsmessungen zu erlassen.

d) Fehlendes Bewusstsein des bauüberwachenden Ingenieurbüros für sinnvolles Timing

Dem bauüberwachenden Ingenieurbüro war nicht bewusst, dass es bei einer Schule mit mechanischer Belüftung nicht ausreicht, die eingebaute Mess- und Regeltechnik erst im Zuge der Abnahmekontrollen zu überprüfen. Bei wesentlichen Teilen (siehe 3.2, Seite 10) muss **bereits vor Bezug der Klassenräume** die Mängelfreiheit zweifelsfrei nachgewiesen werden. Schüler, die in einem luftdichten Raum unterrichtet werden, müssen sich schließlich darauf verlassen können, dass insbesondere die Messfühler für Temperatur, CO₂ und Zuluftmengen richtig messen, damit sie nicht mit falschen Werten regeln und die Schüler Gefahr laufen, zu wenig Frischluft zu bekommen. Das wäre besonders in Marktoberdorf essentiell gewesen, weil hier vorab eine Fensterlüftung sowohl durch bauliche Maßnahmen als auch durch eine vertragliche Regelung zwischen Contractingfirma und Bauverwaltung ausgeschlossen worden war: Die Fenstergriffe der großen Fenster waren abgeschraubt, die kleinen schmalen Fenster durften aus falsch verstandenen Energiespargründen nicht geöffnet werden. Tat man es dennoch, schaltete sich die Lüftungsanlage aus.

e) Vorurteile, Informationsdefizite, konkurrierende Ziele

Wie die Chronik mehr als deutlich zeigt, haben weder die Contractingfirma noch die Bauverwaltung den geschuldeten Ausgabefunktionen irgendeinen nutzbaren Wert zugemessen, für den es sich einzusetzen lohnt. Man kann sich im Gegenteil nicht des Eindrucks erwehren, dass alles daran gesetzt wurde, vor der Abnahme eine effektive Kontrolle zu verhindern /48/. **Warum taten sich die Contractingfirma und das Bauamt so ungemein schwer** damit, dass die Nutzer und die technische Begleitforschung rechtzeitig die geschuldeten Trendkurven in Form vorgefertigter Bilder und den geschuldeten Zugriff auf alle Prozessdaten erhielten?

Eine mögliche Erklärung wäre, dass **der Nutzen von Ausgabefunktionen noch nicht im Bewusstsein der Baubeteiligten** präsent ist, weil Abnahmen an Schulen bisher nur an Hand von Stichproben erfolgen. So beklagte sich der Geschäftsführer der Contractingfirma Ende 2014 auf einer Krisenbesprechung an der Obersten Baubehörde in München, dass die diesbezüglich vertraglich zugesagten Leistungen zur GLT bzw. MSR absolut unüblich seien. Keine Schule hätte so etwas und **brauche das auch gar nicht**. Auch die Forderung der technischen Begleitforschung nach Übermittlung von csv-Daten sei unangemessen /49/.

In der Tat ist gemäß HOAI bei der Abnahmeprüfung eine Ausnahme von der Stichprobenmethode nur vorgesehen, wenn die Leistung sicherheitsrelevant ist, wie z. B. der Brandschutz. Dem



Nutzerkomfort wird nicht die gleiche Aufmerksamkeit einer wirksamen Überprüfung zuteil. So gehört die genaue Überprüfung eines vollständigen Datenpunkttests nicht zu den Standardleistungen gemäß HOAI. Man könnte meinen, dass ein Nutzerkomfort gemäß Stand der Technik weniger als geschuldete Leistung denn als unverbindlicher Luxus wahrgenommen wird: Schön, wenn er sich einstellt, aber auch nicht tragisch, wenn er ausbleibt.

Eine weitere mögliche Erklärung ist das aus der Chronik ablesbare **Vorurteil, dass Technik nur Techniker verstehen können**, und dass deshalb Laien, wie z.B. Schüler, keine ernst zu nehmenden Partner sein können, weil ja nur Fachleute mit Informationen aus dem Inneren der Anlage etwas Sinnvolles anfangen können:

Zuerst müssen die Anlagen fertig sein, dann können die Ausgabenfunktionen der Schule vorgestellt und freigeschaltet werden, begründete das Bauamt die Tatsache, dass das PHA-Tool der technischen Begleitforschung sofort, der Schule aber erst ein halbes Jahr später (im Oktober 2013) zu Verfügung gestellt wurde /50/. Und es begründete seine Weigerung, dass die Contractingfirma in die Trendkurven auch die Zulufttemperaturen aufnimmt, damit, dass das die Schüler nur „verwirren“ würde. Eine seltsame Meinung: Die Aufgabe des Gymnasiums ist es, seinen Schülern im naturwissenschaftlichen Unterricht nicht nur Kenntnisse, sondern vor allem Problembewusstsein, Analysefähigkeit und Methodenkompetenz zu vermitteln. Schüler, denen man zutraut, die Grundlagen der Quantenphysik zu verstehen, sind nach vorausgegangener Einweisung durchaus in der Lage, Trendkurven einer Heizungs- und Lüftungsregelung zu interpretieren.

Aber auch die Contractingfirma bewertete die Fehlermeldungen der Schüler als eine laienhafte Kritik am Handeln von Fachleuten. In diesem Sinne will sie nach eigener Angabe ihre unglaubliche Meldung im April 2013 an das Bauamt verstanden wissen, dass 80% der bis dahin aufgelaufenen 300 Fehlermeldungen „substanzlos“ gewesen seien. Ein konkretes Beispiel für eine „substanzlose“ Fehlermeldung vermochte sie allerdings trotz mehrfacher Aufforderung der Projektleiterin nicht zu benennen /51/.

Fazit: Sowohl die Contractingfirma als auch die Bauverwaltung konnten sich letztendlich nicht mit der Mitwirkung der Schüler anfreunden. Sie sahen beide darin keine Zeit und Kosten sparende Mithilfe beim Mängelmanagement, sondern eher eine **lästige Störung der gewohnten Bauabläufe**: „Ohne die Mitwirkung der Schüler wäre die Anlage schon längst abgenommen“ bekamen sowohl die Projektleiterin als auch der Betreuer des AK-Energie vom Bauamt zu hören.

Neben den vorgenannten, eher psychologischen Gründen könnte auch ein **Informationsdefizit bei der Ausschreibung** für die „unendliche Geschichte“ mit den Ausgabefunktionen verantwortlich sein: Das Forschungsprojekt naerco bekam nämlich keine Möglichkeit, die Bieter vor ihrer Angebotsabgabe angemessen über die Philosophie und die Intentionen des Erfolgscontractings zu informieren. Lediglich eine halbseitige Vorbemerkung im Mustervertrag war erlaubt.

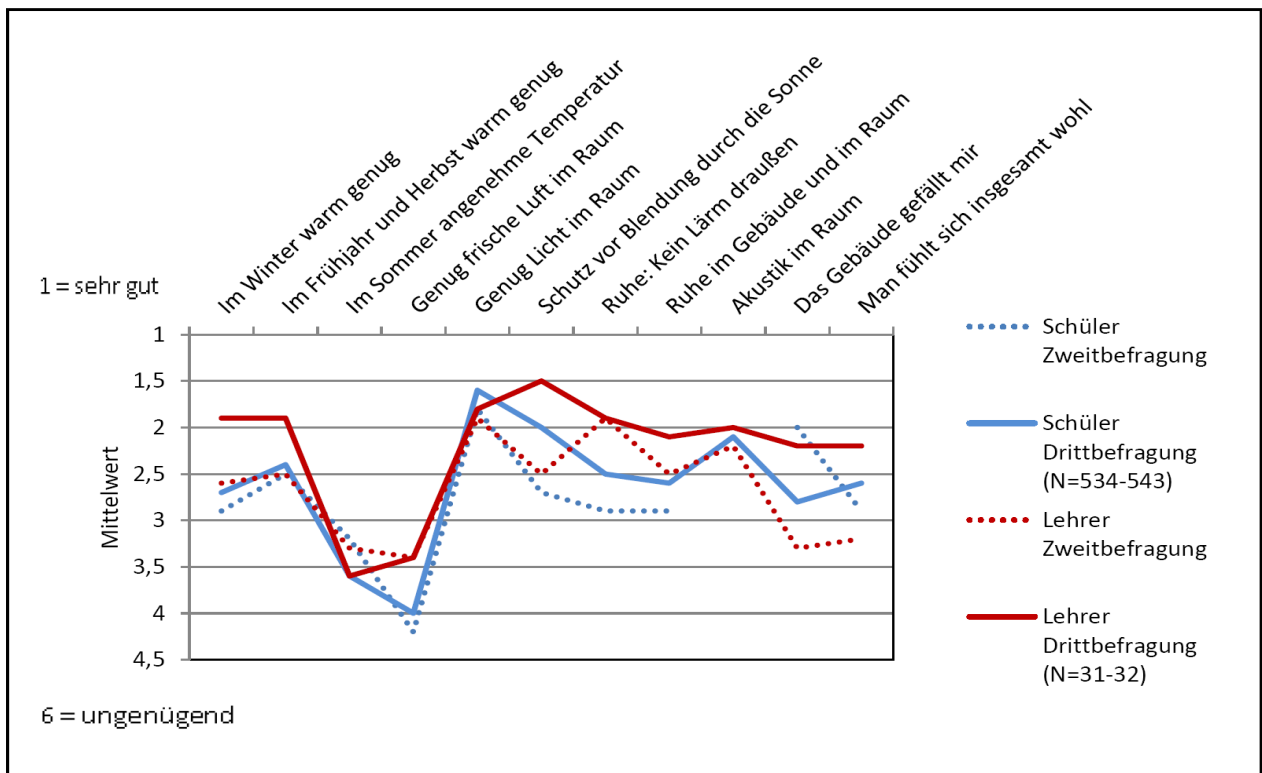
So ist denkbar, dass sich die Contractingfirma bei der Angebotsabgabe unter der im Vertragstext aufgeführten Schülereinbindung noch nichts Richtiges vorstellen konnte, den Aufwand für die geschuldeten Ausgabefunktionen mangels genauer Vorstellung für deren Einsatz falsch eingeschätzt und deshalb zu niedrig kalkuliert hat. Wenn das zutrifft, hatte die Contractingfirma **konkurrierende Ziele** im eigenen Haus. Sie musste zwischen der Außenwirkung mangelnder Vertragserfüllung und den finanziellen Verlusten bei Vertragserfüllung abwägen, zumal die Firma bereits beim Angebot der Lüftungsgeräte ein hohes Risiko eingegangen war (Verzicht auf Nacherhitzer, was sich nicht halten ließ und kostenlos nachgebessert werden musste). So wäre es nachvollziehbar, wenn sich die Firma nun bei den Ausgabefunktionen dafür entschieden hätte, den kalkulierten Kostenrahmen auf keinen Fall zu überschreiten und dabei wie üblich darauf gebaut hat, dass man sich im Konfliktfall schon werde einigen können, und sie sich darauf verlassen konnte, dass nur stichprobenweise überprüft wird. Denn im Ausschreibungstext zur GLT konnte sie gleich am Anfang den Hinweis lesen:

„Die Überprüfungen können sich bei der Abnahme auf Stichproben beschränken“

f) Unzulässiger Umgang mit qualitativen Aussagen

Gemäß nachgebesserter Werkvertrag hat die Contractingfirma eine Luftqualität der Stufe II mit einem maximalen CO₂ Wert von 800ppm über Außenluft zu garantieren. Sie gilt gemäß DIN EN 15251 als erreicht, wenn im Auslegungsfall bei Normalbelegung eines Raumes mindestens 80% der Anwesenden mit der Luftqualität zufrieden sind.

Wohl im Bezug darauf führt die Bauverwaltung im Abnahmeprotokoll die Bestätigung des Schulleiters auf, dass an ihn zur Behaglichkeit keine nennenswerten Klagen mehr herangetragen wurden, und folgert daraus, dass die Schüler keinen Anlass mehr zu Klagen gesehen haben. Wie die nachstehende Grafik zeigt, steht diese Folgerung des Bauamtes in deutlichem Widerspruch zur abschließenden groß angelegten und **anonymisierten Befragung** von Schülern und Lehrern, die vom Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES) im Juli 2016 durchgeführt wurde /52/.



Grafik aus der Befragung des Instituts für Ressourceneffizienz (IREES) am Gymnasium Marktoberdorf

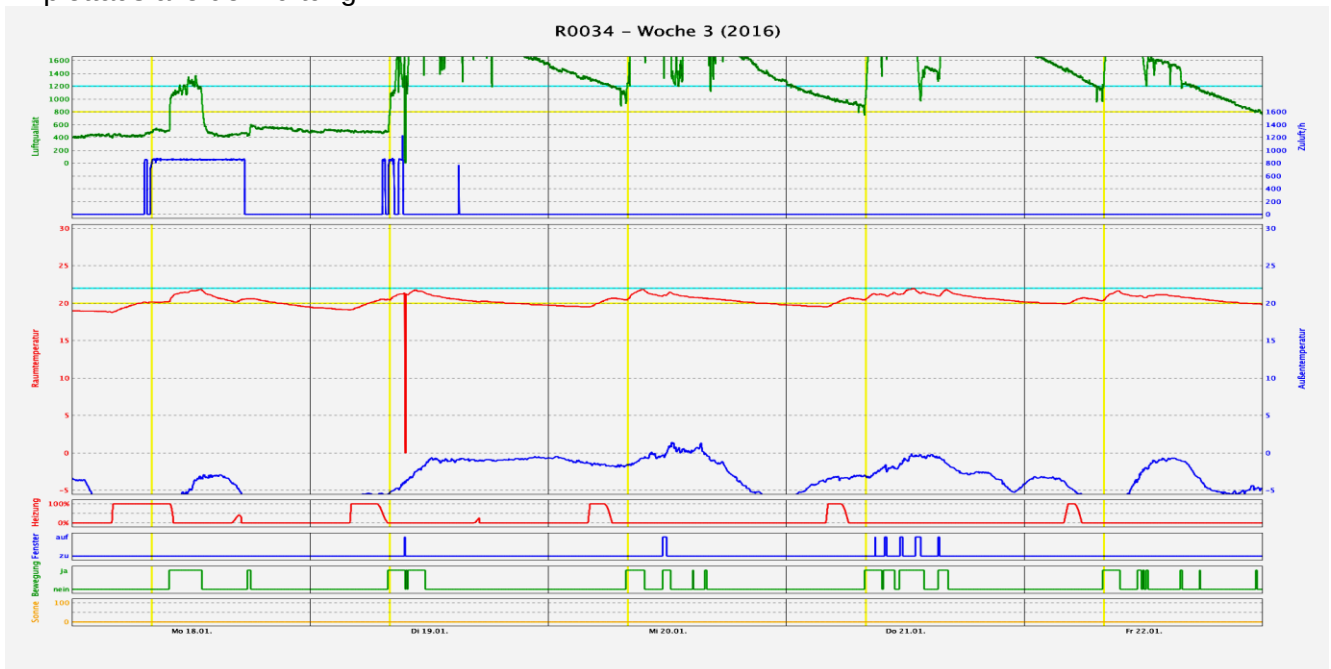
Die Bewertung der Luftqualität („genügend frische Luft?“) von allen 543 befragten Schülern lag im Mittel bei 4,0. Von 29 Klassenräumen erhielten dabei 17 Räume von den Schülern eine Durchschnittsnote zwischen 4,0 und 5,07. Für die vereinbarte Luftqualität Stufe II (= „mäßige Luftqualität“) müssen mindestens 80% aller Anwesenden des Raumes zufrieden sein. Dieser Wert wird bei einer Bewertung von Note 4 oder schlechter sicher nicht erreicht /53/.

Wer wie die Bauverwaltung eine DIN-Norm-gerechte Behaglichkeit eines Raumes mittels qualitativer Aussagen belegen will, **muss alle Anwesenden des Raumes befragen**. Die Aussage des Schulleiters alleine ist - wie die IREES-Befragung belegt – kein Ersatz dafür.

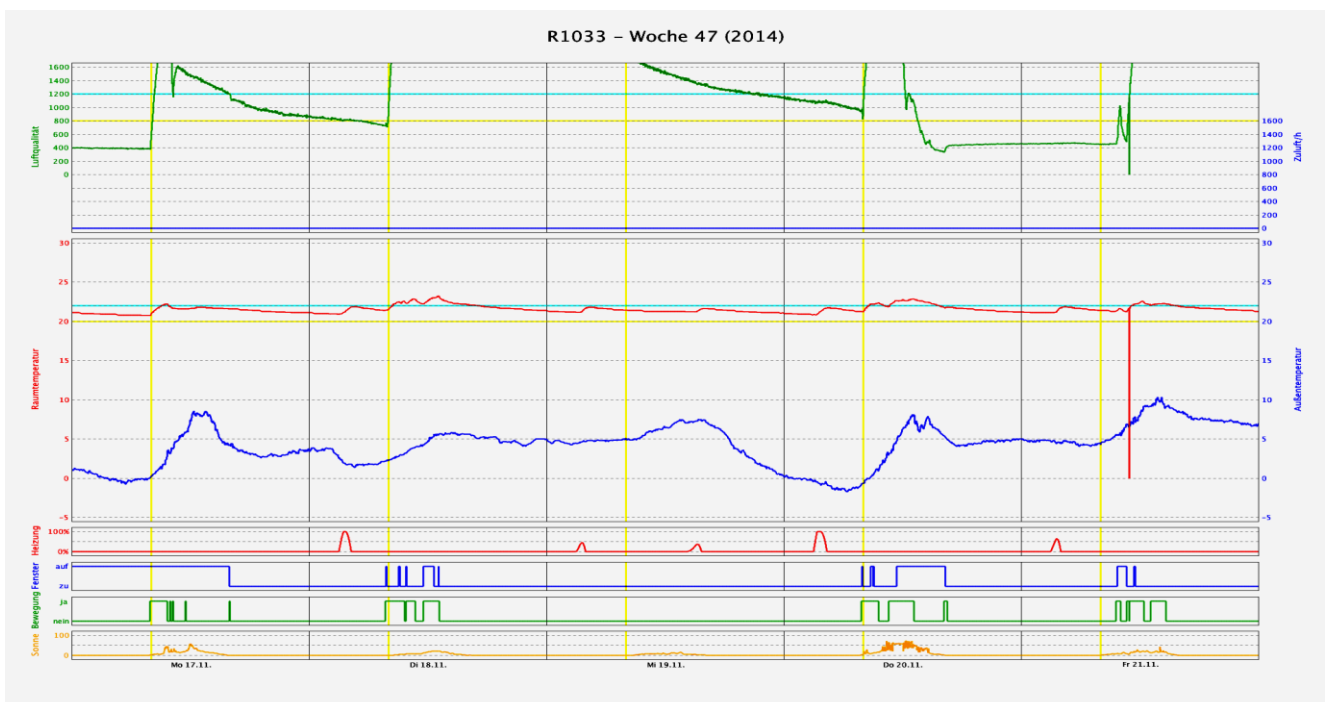
Erst recht darf man das **Ausbleiben von Schülermeldungen nicht als Beweis für das Funktionieren der Mess- und Regeltechnik werten**, wie es das Bauamt tut. Es vertrat die Auffassung, die Schule würde sich sicher beklagen, wenn die Luft zu schlecht wird, weil die Sensoren nicht mehr richtig messen, und rechtfertigt mit dieser Begründung, dass sie die Contractingfirma auch vom regelmäßigen Nachweis der Messfühlergenauigkeit entbunden hat, der von ihr gemäß Werk



vertrag in der Betriebsphase turnusmäßig alle zwei Jahre geschuldet ist. Wie unrealistisch diese Einschätzung des Bauamtes ist, belegen drei nicht gemeldete, z.T. über Monate gehende Komplettausfälle der Lüftung:



Klassenraum: Woche 1 des Komplettausfalls der Lüftung vom 19.1.2016 bis 4.4.2016 (Anfang zweites Betriebsjahr)



Lehrerzimmer: Komplettausfall der Lüftung vom 22.10.14 bis 8.1.15 (am 1.1.15 begann formal das erste Betriebsjahr)

Die beiden Grafiken zeigen jeweils **viele Wochen lang unzumutbar hohe CO₂-Werte** infolge eines Komplettausfalls der Lüftung, ohne dass das von der Schule gemeldet wurde: In Raum R1033 fiel die Belüftung insgesamt **14 Wochen** aus : ab 22.10.2014 dreizehn Wochen lang und eine Woche lang ab 2.2.2015. In Raum R0034 fiel sie ab 19.01.2016 **elf Wochen lang** aus. Es ist davon auszugehen, dass der Schulleiter umgehend für eine Behebung des unhaltbaren Zustandes gesorgt hätte, wenn er davon Kenntnis erhalten hätte.

g) Unzureichendes physikalisches Wissen

Die Schüler sollten eine gute Luftqualität erhalten. Dies ist bekanntermaßen nicht mit einer reinen Fensterlüftung möglich. Man braucht dazu eine Belüftungsanlage.

Die Bauverwaltung hatte beschlossen, dass aus Gründen der Kontrolle des Energieverbrauchs die Fenster nur im Notfall geöffnet werden dürfen. Im Normalfall sollte der **Luftaustausch ausschließlich über eine kontrollierte Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung erfolgen**. Die dezentrale, CO₂- geregelte Belüftungsanlage ist deshalb so ausgelegt, dass bei geschlossenen Fenstern mit maximaler Zuluft (Auslegungsvolumenstrom) rechnerisch eine mindestens mäßige Luftqualität (CO₂ ≤ 800ppm über Außenluft) für alle Schüler sichergestellt werden kann. Spätestens ab einem absoluten CO₂-Gehalt von 800ppm muss mit maximalem Zuluftstrom gefahren werden.

Um ein Öffnen der Fenster zu verhindern, hat sich die Bauverwaltung für folgende architektonische Lösung entschieden:



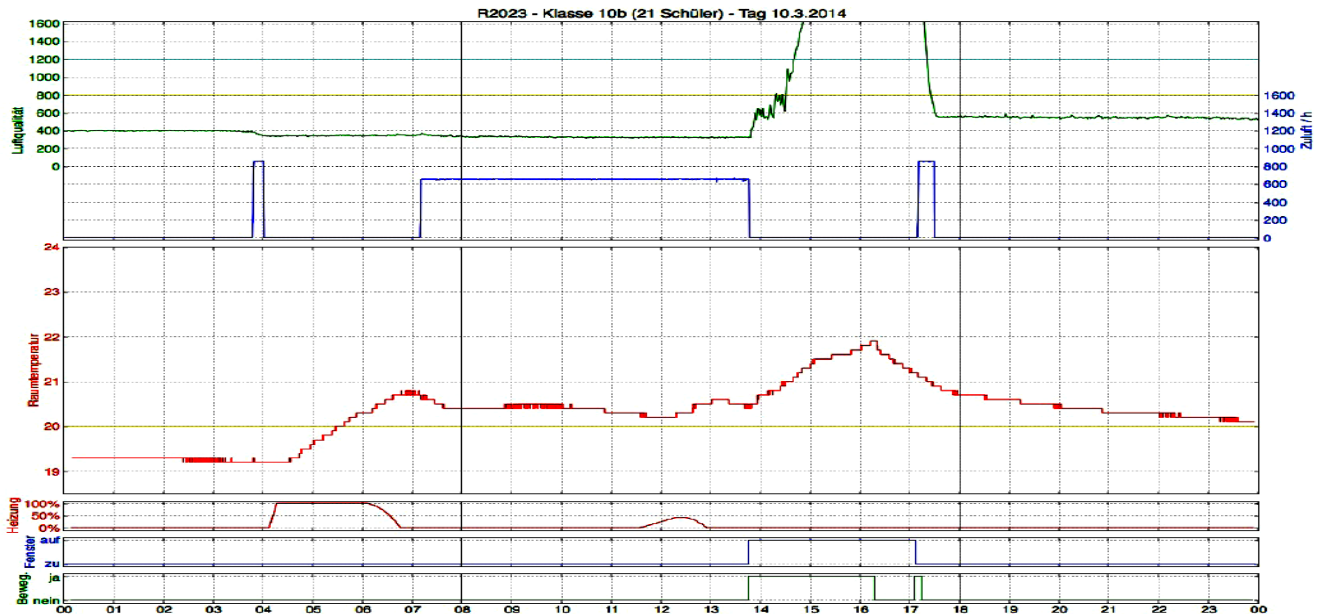
Fenster mit senkrechten Lüftungsöffnungen

Vor **den großen Fenstern** sind durch die neue Dämmung für die Schüler attraktive Sitzgelegenheiten entstanden, die bei geöffnetem Fenster eine nicht unerhebliche Absturzgefahr beinhalten. Weil die großen Fensterflügel im Belegungsfall ja nicht geöffnet werden sollten, hat man auf eine bauliche Absturzsicherung verzichtet und stattdessen einfach **die Fenstergriffe abgeschraubt**. Dabei hat man allerdings unterschätzt, dass Schule ein lernendes System ist. Die Schüler haben zur Selbsthilfe gegriffen, und sich im Baumarkt Vierkantschlüssel besorgt. Schule und Bauverwaltung sehen bis heute darin kein Problem. Sie haben deren Verwendung und damit die Möglichkeit eines Absturzes von Schülern einfach verboten. Ob die Schulversicherung im Ernstfall dieses Verbot als ausreichende Absturzsicherung akzeptiert, darf bezweifelt werden, zumal eine durchgehende Aufsicht in allen Klassenräumen außerhalb des Unterrichtsgeschehens von der Schule nicht leistbar ist.

Für den Notfall eines Lüftungsausfalles sind **kleine senkrechte Lüftungsöffnungen** mit Fensterkontakten vorgesehen. Werden sie geöffnet, soll sich aus Energiespargründen nicht nur die Heizung, sondern auch die Lüftung abschalten.

Die gewählte Fensterlösung ist aus **physikalischen Gründen** in doppelter Hinsicht eine Fehlentscheidung:

Für den Ausfall der mechanischen Belüftung **ersatzweise eine Fensterlüftung mit kleinen Fenstern** vorzusehen, ist nicht verstehbar. Wenn man – wie man mittlerweile weiß- doch schon mit normalgroßen Fenstern in Schulen bei reiner Fensterlüftung keine gesunden Luftverhältnisse erzielen kann, dann doch erst recht nicht mit kleinen schmalen Lüftungsöffnungen. Wer noch einen Beweis dafür braucht, findet ihn in folgender Grafik:



Tagesbild in Marktoberdorf, erstellt während des ersten Probetriebs aus Daten der GLT

Dass sich die Heizung ausschalten muss, solange ein Fenster geöffnet ist, ist eine bewährte Standardmaßnahme. Schließlich macht es keinen Sinn, Energie zum Fenster hinaus zu heizen. In Abänderung des Contractingvertrages haben aber Contractingfirma und Bauamt zusätzlich vereinbart, dass gleichzeitig auch die Lüftung ausgehen muss, mit der Begründung, dass sonst der Contractor seine Energieverbrauchsgarantie nicht einhalten kann. Das ist physikalisch falsch, wie auch eine dazu der Bauverwaltung von Herrn Prof. Stephan vorgelegte Stellungnahme bestätigt /54/: Ein korrekt laufendes CO₂ gesteuertes Lüftungsgerät verbraucht im Sommer überhaupt **keine zusätzliche Energie**, wenn die Fenster geöffnet werden und es gefährdet auch im Winter das Energieeinsparziel nicht, wenn die Schüler wie früher zur Abfuhr von Zwangswärme die Fenster öffnen.

So ist die Regelstrategie, bei geöffneten Lüftungsöffnungen die mechanische Lüftung abzuschalten, nichts anderes, als eine für die Contractingfirma ohne Aufwand zu realisierende **Energiesparmaßnahme zu Lasten der Gesundheit der Schüler**. Diese Sparmaßnahme kann auch richtig absurde Züge annehmen. Wie man obenstehender Grafik entnehmen kann, ist - entgegen den Verpflichtungen des Contractingvertrages - der Stundenplanmanager nicht in die Lüftungsregelung eingebunden. So arbeitet bisher in allen Klassenräumen die Lüftungsanlage von Unterrichtsbeginn bis Schulschluss im Normalbetrieb, d.h., mit dem Mindestvolumenstrom an Zuluft, unabhängig davon, ob der Klassenraum belegt ist oder nicht. Auch gibt es eine Vorspülung und eine Nachspülung mit maximalem Volumenstrom. Und ausgerechnet zu der Zeit, in der sich die Klasse im Raum befindet, wird die Frischluftzufuhr abgeschaltet, weil jemand- aus welchen Gründen auch immer - ein kleines Fenster öffnet. Wie will man erst die Abschaltung der Lüftungsanlage rechtfertigen, wenn die Gründe für das Öffnen der Fenster für jedermann nachvollziehbar sind (schlechte Luft, zu warm)? Die Schüler werden dann aus Einspargründen durch die Regelungsstrategie gezwungen, sich zwischen mangelndem Komfort und gesundheitsgefährdend hohen CO₂- Werten zu entscheiden. Das ist nicht Stand der Technik. Bei einem Sanierungsvorhaben der Öffentlichen Hand ist aber **mindestens ein Komfortniveau nach Stand der Technik geschuldet**.



4.4 Chronik der „Energiepartnerschaft“

Zur Erinnerung: Die Klassenräume des Atriumbaus wurden zu Schulbeginn im September 2012 bezogen. Die sanierte Heizungsanlage war im Oktober 2012 fertig – bis auf den hydraulischen Abgleich, für den man erst die nächsten schulfreien Tage abwarten musste (Herbstferien oder Weihnachtsferien). Die Belüftungsanlage war bereits in den Sommerferien bis auf Nachjustierungen strömungstechnisch einreguliert worden, da sie als einzige Frischluftquelle im Klassenraum für die Schüler geplant war. Die Anlage war noch nicht auf die GLT aufgeschaltet, sondern arbeitete in jedem Raum autark.

Die Contractingfirma gab im September 2012 auf Nachfrage an, dass sie den Probetrieb zum Nachweis der Mängelfreiheit für Dezember 2012, spätestens aber für Januar 2013 geplant hat. Vier Monate vom Bezug der Räume bis zu deren Abnahmefähigkeit schien unter der Voraussetzung eines ausreichenden Personaleinsatzes auch den Beteiligten des Umweltbildungsprojekts ein realistischer Zeitrahmen, denn nach dem Kenntnisstand der Projektleiterin waren von der Contractingfirma nur noch folgende Leistungen zu erbringen: Die Aufschaltung auf die GLT incl. Bereitstellung der Ausgabefunktionen für die Schüler, der hydraulische Abgleich, die Identifizierung und Behebung möglicher Ausführungsfehler sowie eine Optimierung von Regelung und Regelungskonzept. So war z.B. zu überprüfen, ob mit den berechneten maximalen Zuluftmengen auch im Praxistest die CO₂-Werte in belegten Räumen zugfrei unterhalb der Garantiemarke gehalten werden können und ob sich der gewählte Korrekturfaktor für geringere Raumbelegung in der Praxis bestätigen lässt.

Im Rahmen des Umweltbildungsprojekts sollte die Schule in der „Übergangszeit“ zwischen Bezug der Klassenräume und Probetrieb die Contractingfirma beim Mängelmanagement, bei der Optimierung der Regelstrategie und bei der Nachjustierung der mechanischen Belüftung dadurch unterstützen, dass sie die notwendigen, aber personal- und damit kostenintensiven **qualitativen Beobachtungen zur Behaglichkeit** übernimmt.

Die Schule hatte für diese „Energiepartnerschaft“ einen zweistündigen Wahlkurs AK- Energie eingerichtet, das Kultusministerium hatte zugesichert, zwei Jahre lang außerplanmäßig die benötigten Lehrerstunden für zwei Betreuer zu garantieren, damit das BMWi die zugesagten Fördermittel für die wissenschaftliche Betreuung der „Energiepartnerschaft“ freigeben konnte.

Die Projektgruppe des Umweltbildungsprojekts führte für den AK-Energie vom 5.-7.10. 2012 einen Workshop in der Jugendherberge Hindelang durch, auf dem der AK seine Aufgabenstellungen für die kommenden 2 Jahre erarbeitete und beschloss.

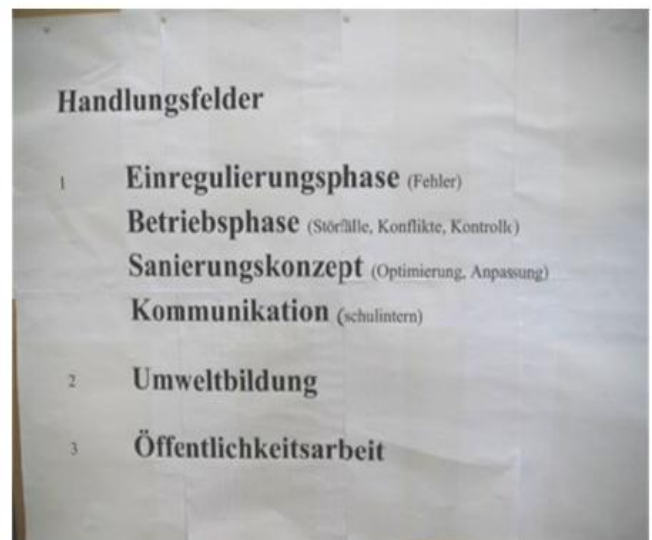
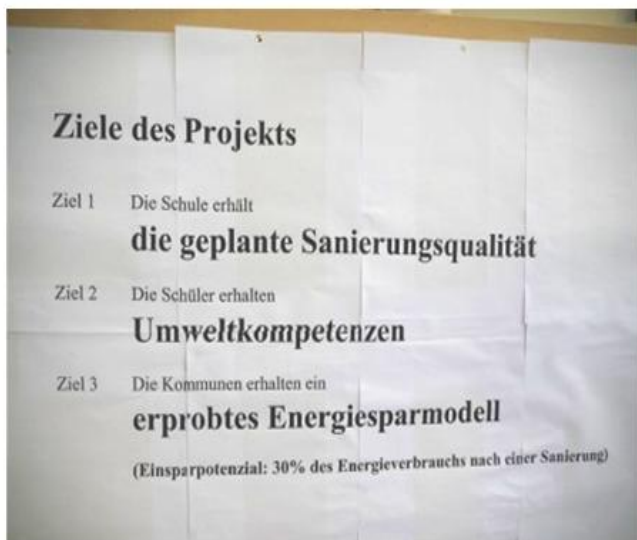
Am 19.11.2012 fand als Kick-off- Veranstaltung der vereinbarten Energiepartnerschaft **eine „Zukunftskonferenz“** mit allen am Sanierungsgeschehen beteiligten Akteuren statt, insgesamt 100 Personen: Contractor, Sachaufwandsträger, Architekt, planendes Ingenieurbüro, Hausmeister, AK-Energie und die Energiemanager der einzelnen Klassen, Schülermitverwaltung, Lehrer, Schulleitung, Elternvertreter, Bauamt, Oberste Baubehörde, Experten des Forschungsprojekts naerco. Es war ein großer Tag für die Schule, sogar die örtliche Landtagsabgeordnete kam und Vertreter der Presse.

Die Zukunftskonferenz diente den nötigen Vereinbarungen zwischen den Sanierungsbeteiligten zur Zusammenarbeit und der späteren Akzeptanz der mehrjährigen, für alle Beteiligten mit Unannehmlichkeiten verbundenen Sanierungsmaßnahmen und der dabei zu schließenden Kompromisse. Alle Beteiligten zeigten sich mit dem vorgestellten Fehlermeldeverfahren und den diskutierten Zielen des Umweltbildungsprojekts einverstanden. Zudem wurden Zuständigkeiten diskutiert und vereinbart, an wen sich die Schüler, die Energiemanager und der AK-Energie bei auftauchenden Problemen wenden sollen.

Es war der allseitige Wille zu einer konstruktiven und vertrauensvollen Zusammenarbeit auf Augenhöhe mit den Schülern sichtbar /55 /.



Zukunftskonferenz: Das ganze „System“ in einem Raum



Klare Ziele und Handlungsfelder



Der AK-Energie widmete sich mit Elan seinen Aufgaben. Die Schüler ließen sich von den Betreuern in die Grundlagen einer kontrollierten Belüftung incl. der Rolle der Fenster einweisen, hielten dann für alle Energiemanager der Klassen Informationsveranstaltungen über die Funktionsweise der Anlagen



und der Störanzeigeampeln ab /56/ und brachte in allen Klassenräumen Informationstafeln dazu und über die jeweils zuständigen Ansprechpartner an /57/ und meldeten, wie vereinbart, gewissenhaft alle subjektiv wahrgenommenen Fehlfunktionen.

Die in der Zukunftskonferenz erlebte Aufbruchsstimmung wich allerdings schnell einer deutlichen Ernüchterung und schlug bald in Frust bei Lehrern und Schülern um, denn die Contractingfirma schien die beschlossene Zusammenarbeit nicht ernst zu nehmen. Der AK erhielt **keine brauchbaren Rückmeldungen**. Es war, als würden alle seine Meldungen in ein schwarzes Loch fallen. Wut machte sich bei Schülern und Lehrern breit: „Ich habe den Eindruck, dass die Firmaeinfach kein Interesse daran hat, einen halbwegs normalen Eindruck zu hinterlassen. Erfolgscontracting heißt in meinen Augen, dass der Rubel nur bei Erfolg rollt, also sollte er es in meinen Augen nicht tun.“ /58/ Das und noch viel Schlimmeres mussten sich der Leiter des AK-Energie und die Contractingfirma von Lehrern und Schülern anhören.

Als bis Anfang Dezember 180 unbeantwortete Meldungen aufgelaufen waren, berief das Bauamt für den **12.12.2012** einen **runden Tisch** ein:

Das Bauamt zeigte sich erstaunt, dass die Einregulierung so lange dauert. Die Schulleitung stellte fest, dass immer dieselben Meldungen kommen. Der Leiter des AK- Energie fühlte sich als Klage-mauer für die Lehrer missbraucht. Die Projektleiterin mahnte die Ausgabefunktionen für die Schüler (vorgefertigte Bilder in Tag-und –Wochenbild) sowie Einbindung des Stundenplanmanagers in die Regelung an. Die Contractingfirma entschuldigte die aufgetretenen Probleme und Terminüberschreitungen mit firmeninternen Problemen und gelobte Besserung. Die technische Begleitforschung bot an, bei der Entwicklung der Regelungsphilosophie und der Ausgabefunktionen mitzuwirken. Die Projektleiterin äußerte die Vermutung, die Contractingfirma habe den Bedarf an Arbeitsressourcen, die bei einer funktionalen Ausschreibung für die Qualitätssicherung erforderlich sind, bei der Angebotsabgabe unterschätzt. Sie wies ausdrücklich auf den Mut der Firma hin, ein Angebot für ein solches Pilotprojekt mit allen Verpflichtungen und Risiken zu erstellen und regt an, die Firma nicht mit der für sie Mehrkosten verursachenden Fehleinschätzung alleine zu lassen, sondern sich im Interesse der angestrebten 15 Jahre tragfähigen Partnerschaft bei begründeten Nachtragsforderungen entgegenkommend zu zeigen, wenn diese nicht eindeutig der Firma anzulasten seien. Alle Beteiligten bekräftigten am Ende des Gespräches ihren Willen, auch weiter in Form einer kontrollierten Partnerschaft vertrauensvoll zusammen zu arbeiten /59/.

Ab Anfang Januar 2013 wurden nach und nach die Atriumräume auf die GLT aufgeschaltet.

Anfang Februar bereitete der AK-Energie die innerschulische Information zum Probetrieb vor, der bis spätestens Ende der Heizperiode erwartet wurde. Der AK arbeitete u.a. einen Vortrag für die Lehrerkonferenz und eine Informationsveranstaltung für alle Energiemanager aus. Dabei wurde an die Schulgemeinschaft appelliert: „Alle Fehler umgehend und zuverlässig melden; besonders das Auftreten von Zugluft und von Heizungsgeräuschen kann hier nicht durch Messgeräte erkannt werden! Wir sind daher auf die Meldungen angewiesen!“

Ende Februar 2013 stellte die Contractingfirma dem AK-Energie ein Konzept für die Visualisierung der Prozessdaten vor, die der AK zur Vorfilterung seiner Fehlermeldungen dringend benötigte. Das Konzept verwendete ein internetgestütztes System (PHA-Tool), das erst für die Schule benutzbar gemacht werden musste. Die Contractingfirma erbat dazu Anregungen vom AK-Energie, die aber dann auf Weisung des Bauamtes nicht weiter verfolgt werden durften.

Das Bauamt war in Verkennung der Aufgaben des AK Energie der Meinung, dass Fehlermeldungen der Schüler eine unberechtigte Kritik darstellen, weil die Anlage ja noch gar nicht fertig sei. Die Zeit bis zur Abnahme sei eine „Übergangszeit“, in der zuerst einmal die Fachleute am Bauamt und bei der Contractingfirma für die Beseitigung der Fehler gefragt seien.

Nach mehrmaligen ergebnislosen Anfragen bezüglich der vorgefertigten Tages- und Wochenbilder teilte am 10.06.2013 der zuständige Mitarbeiter im Bauamt dies dem AK-Leiter auch noch schriftlich mit: „Sobald die installierten Anlagen und insbesondere die Gebäudeautomation gemäß dem Erfolgscontracting-Vertrag komplett fertiggestellt und abnahmefähig sind, werde ich die Contractingfirma



bitten, Sie in die Visualisierung und die Ausgabefunktionen einzuweisen. Da ich möchte, dass die Einweisung nur an einer komplett fertiggestellten und einwandfrei funktionierenden Gebäudeautomation erfolgt, bitte ich Sie daher noch um etwas Geduld“ /60/. Bei den Fachleuten der technischen Begleitforschung hatte das Bauamt diese Bedenken nicht. Sie erhielten gleich im Februar 2013 einen Zugang zum PHA-Tool. Der AK-Energie und die Projektleiterin mussten darauf noch 9 Monate warten.

Im März 2013 erfuhr der AK-Energie, dass seine auf einen Probebetrieb im Winter ausgerichtete innerschulische Informationskampagne ins Leere gelaufen war. Mit dem Probebetrieb sei erst im Frühjahr oder gar Sommer zu rechnen.

Im April 2013 stieß die Contractingfirma die Schüler mit einer Mitteilung an das Bauamt vor den Kopf, dass 80% der bis dahin aufgelaufenen 300 Fehlermeldungen substanzlos gewesen seien, ohne dass die Firma dafür nur einen einzigen Beleg anführen konnte.

Die Meldungen der Schulgemeinschaft nahmen kein Ende, drei waren es im Schnitt pro Tag, einige Räumen entwickelten sich zum Dauerproblemfall (bis zu 16 Meldungen).

Den Rückantworten entnahmen die Schüler, dass ihre Meldungen oft nicht ernst genommen oder ihnen überhaupt nicht nachgegangen wurde. Sehr oft wurden alleine mit einem Blick auf Momentanwerte oder gar nur aus einer vor-Ort-Beobachtung, die mehrere Tage nach der Meldung stattgefunden hatte, die Beobachtungen der Schüler einfach als nicht zutreffend zurückgewiesen, statt die Beobachtungen als Anlass für eine Ursachenforschung zur gemeldeten Fehlfunktion zu nehmen. Ein typisches Beispiel (Raum 0034 der Klasse 8b):

-Meldung 29.01.2013: zu kalt, Schüler in Mänteln und Jacken. Keine Heizung!!!

-Rückmeldung 4.2.2013: Konnte an Hand der digitalen Messwerte nicht nachvollzogen werden.

-Meldung 5.2. 2013: zu kalt, wie letzte Woche müssen Schüler immer noch Jacken tragen.

-Rückmeldung am 8.02.2013: Konnte nicht festgestellt werden. Stundenplan beginnt um 6:30Uhr bis 17Uhr. In diesem Zeitraum hatten wir am 5.02.13 eine gemessene Temperatur von 19,5 bis 21°C in diesem Raum.

Vom 13.-14.07.2013 zog der AK-Energie in Kloster Irsee unter der pädagogischen Leitung von Herrn Prof. Burow eine Zwischenbilanz seiner bisherigen Arbeit. Die frustrierende Erkenntnis aus den Erfahrungen des vergangenen Schuljahres: Eine partnerschaftliche Zusammenarbeit, wie sie auf der Zukunftskonferenz vereinbart worden war, war weder von der Contractingfirma noch vom Bauamt erwünscht, im Gegenteil. Deshalb justierten die Schüler die Ziele und Aufgabenstellungen für das kommende Schuljahr neu. Sie beschlossen, zwar weiterhin die Klagen der Schüler und Lehrer an die Contractingfirma zu melden, vollzogen dabei aber einen **Rollenwechsel von einer „Energiepartnerschaft“ zur Vertretung von Schulinteressen.**

Mit Beginn des Schuljahres im September 2013 konnten auch die 18 Räume des sanierten Erweiterungsbaus bezogen werden. Die Aufschaltung auf die GLT erfolgte allerdings erst einen Monat später. Auch sonst sah sich die Schulgemeinschaft wieder mit den gleichen Anfangsproblemen konfrontiert wie ein Jahr zuvor beim Atriumbau: Die Schüler mussten die Unterrichtszeit in luftdichten Räumen mit einer rein mechanischen Belüftung verbringen, von der niemand wusste, von welchen Messwerten sie geregelt wurde. Denn auch hier fehlte noch der Datenpunkttest und die Kalibrierung der Messsensoren. Auch der hydraulische Abgleich fehlte noch. Die Contractingfirma hatte dann zwar gegenüber dem Betreuer des AK-Energie versichert, dass das alles spätestens in den Herbstferien Ende Oktober 2013 gemacht werde, sich dann aber nicht daran gehalten, wie sich allerdings erst später herausstellte: Der Geschäftsführer der Contractingfirma räumte später ein (auf der Krisensitzung am 18.12.2013, siehe unten), dass noch **keine Datenpunkttest** gemacht worden sei, die **Einregulierung erst ab dem 6.01.2014 und der Austausch fehlerhafter Sensoren erst ab Anfang April 2014 geplant** sei. Eine prüffähige Dokumentation des Datenpunkttestes wurde sowohl für den Atriumbau als auch für den Erweiterungsbau erst am 1.12.2014 vorgelegt.



Wenn überhaupt noch Rückmeldungen auf Fehlermeldungen kamen, wurden die Klagen meist mit „wird geprüft“, „kann auf Grund der Daten aus der GLT nicht nachvollzogen werden“ abgewimmelt.

Der Betreuer des AK und sogar die Schulleitung schrieben an das Bauamt und belegten mit Beispielen die unhaltbaren Zustände in einigen Räumen und die Untätigkeit der Contractingfirma /61/, /62/.

Die Lehrer konnten mit Mühe davon abgehalten werden, einen Bus für eine Fahrt zum Firmensitz zu mieten und dort mit Transparenten zu protestieren.

Der AK-Energie kündigte mit Schreiben vom 13.12.2013 an das Bauamt die „Energiepartnerschaft“ auf: „....Die Firma hat ihr Versprechen, sich um das Gymnasium Marktoberdorf personell besser zu kümmern, nicht eingehalten. Die Regel- und Messtechnik des Erweiterungsbaus sollte bis nach den Herbstferien einreguliert und überprüft worden sein. Nichts davon ist geschehen. Die Schüler und Lehrer, aber auch das Verwaltungspersonal und besonders unser Hausmeister haben diese Behandlung nicht verdient. Der AK-Energie fühlt sich – nicht zum ersten Mal – als emotionaler Mülleimer der Schule, da seine Meldungen seit Wochen nutzlos sind. Es kann nicht unsere Aufgabe sein, uns als Bandscheibe zwischen zornigen Nutzern und einer ignoranten Firma aufreiben zu lassen. ...Wir schließen damit ein Ventil, das die Nutzer bisher hatten, um ihren Ärger los zu werden...“ /63/

Das Bauamt bestellte für den 18.12.2013 den Geschäftsführer und die zuständigen Mitarbeiter der Contractingfirma zu einer Krisensitzung ein, um zusammen mit Schulleitung, Vertretern von Lehrern, Schülern, Hausmeister, AK-Energie, Bauamt, bauüberwachendem Ingenieurbüro und technischer Begleitforschung die frustrierende Situation der nicht enden wollenden Fehlermeldungen ohne Wirkung (145 ab Schulbeginn vor 3 Monaten) zu diskutieren /64/:

- Das Bauamt sieht dringenden Handlungsbedarf.
- Das bauüberwachende Ingenieurbüro schildert, dass die Charts teilweise ein skurriles Regelverhalten zeigen, das absolut unverständlich sei.
- Die Contractingfirma räumt ein, dass der Erweiterungsbau regelungstechnisch noch nicht fertig sei, weshalb vieles noch nicht funktioniere. Der Erweiterungsbau werde **ab 6.01.2014 einreguliert** und fertig gestellt.
- Die Schüler klagen über Gesundheitsprobleme durch die mangelhafte Belüftung, und wollen den Zustand vor Sanierung wiederhaben mit für sie verstellbaren Heizkörperventilen und offenbaren Fenstern „damit wir uns selber helfen können, wenn uns wieder keiner hilft“.
- Die Contractingfirma bittet den AK-Energie, seine Arbeit nicht einzustellen.
- Der AK-Energie erklärt sich auf Bitte der Schulleitung dazu bereit unter der Bedingung, dass die Contractingfirma mehr Personal auf die Baustelle schickt und die gemeldeten Beobachtungen endlich nachvollziehbar ernst genommen werden.
- **Neue Vereinbarung:** Der AK-Energie übermittelt weiter Fehlermeldungen, allerdings nur für den Atriumbau. Bei länger dauernder Mängelbehebung muss die Contractingfirma die Regeleinstellungen so ändern, dass zumindest zumutbare Behaglichkeitsbedingungen geschaffen werden und der Unterricht nicht beeinträchtigt wird.
- Das Bauamt strebt an, dass der Probetrieb noch in diesem Winter 2014 stattfindet.

Um die „unendliche Geschichte“ der Fehlermeldungen konstruktiv zu Ende zu bringen, bot der AK-Energie der Contractingfirma an, im Interesse einer möglichst baldigen Abnahmefähigkeit des Atriumbaus sein Meldesystem so zu modifizieren, dass die Contractingfirma in die Lage versetzt wird, spätestens Mitte Februar mit dem vierwöchigen Probetrieb zu beginnen.

Kern des Plans war ein **Probetriebsvorlauf**, der vom AK-Energie in der Schule kommunikativ und organisatorisch so vorbereitet wird, dass Schüler und Lehrer an **einem einzigen Tag gleichzeitig in allen Räumen die Meldekarten ausfüllen** und besondere Beobachtungen dazu auf einem vorbereiteten Blatt eintragen können. Die Contractingfirma sollte dazu am nächsten Tag die Trendkurven des Messtages beibringen und sich darum kümmern, dass die Trendkurven zusammen mit den Meldebölgern auf Pinntafeln in der großen Aula angebracht werden, wo sie dann von Schülern, Bauverwal-



tung und Contractingfirma eingesehen und gemeinsam erörtert werden können. Damit hätte dann die Contractingfirma eine umfassende Information zu Mängeln, die vor dem eigentlichen Probetrieb noch zu beheben sind.

Der **eintägige Probetriebsvorlauf fand am 5.2.2014** statt, verlief aber dann ergebnislos im Sand. Der AK konnte die Meldeprotokolle nicht qualifiziert auswerten, weil die Contractingfirma bis dahin immer noch keine Programmierung der vorgefertigten Tagesbilder vorweisen konnte und auch nicht die als Ersatz angebotenen Screenshots lieferte, die sie von den Trendcharts des PHA-Tools hätte fertigen müssen. Durch dieses Verhalten hat die Firma die Arbeit des AK-Energie zu einer reinen Dienstleistung ohne pädagogischen Wert für die Schüler degradiert. Echte Partizipation sieht anders aus. Die Projektleitung hat daher dem Betreuer des AK nahegelegt, die von der Contractingfirma am 18.12.2013 erbetene Fortführung der Fehlermeldungen einzustellen. Schüler dürfen nicht als bloße Hilfsarbeiter für eine Firma eingesetzt werden.

Der Leiter des AK wollte es noch weiter mit Kooperation versuchen, vergeblich. Ein Lehrer kündigte sogar an, auf Grund der anhaltend schlechten Situation in seinem Raum da nicht mehr unterrichten zu wollen, ein weiterer Lehrer bekam auf Grund von anhaltend kalter Zugluft am Lehrerpult Gesundheitsprobleme.

Am 25.02.2014 kündigte die Contractingfirma an, am 26.02.2014 im Aatriumbau mit dem vierwöchigen Probetrieb zu beginnen.

Auf Grund der bisherigen negativen Erfahrungen wollte der AK-Energie die Bewertungen von Contractingfirma und Bauamt zum Probetrieb nachvollziehen können. Das war ohne praxistaugliche Trendkurven nicht leistbar. Da die Contractingfirma die geschuldeten vorgefertigten Tages- und Wochenbilder immer noch nicht zu Verfügung stellen konnte, entschloss sich der AK-Energie zur Selbsthilfe: Der Sohn der Projektleiterin, Herr Dr. Fluch, entwarf ein Programm, mit dem er aus csv-Daten leicht interpretierbare Tages- und Wochenbilder nach Vorstellungen des AKs erzeugen konnte. Die csv-Daten, mit denen man mittels PHA-Tool ein Tagesbild aufbauen konnte, ließen sich mit Hilfe einer Funktion des PHA-Tools auslesen (2 Min. pro Bild), allerdings jeweils nur für wenige Bilder hintereinander. Danach brach die Datenübertragung immer ab. Die Mitglieder des AKs organisierten das Downloaden der 1200 csv-Tagesdatenpakete als kleines Projekt und hatten dann nach insgesamt 40 Stunden Arbeitszeit die gesamten Daten des Probetriebs in csv-Format zusammen. Die Schüler übermittelten ihren jeweils ausgelesenen Datensatz an Herrn Dr. Fluch, der sie auf Konsistenz überprüfte, daraus die Tages- und Wochenbilder erzeugte und die fertigen Grafiken für die Schüler auf Dropbox einstellte. Durch die Grafiken wurde der AK-Energie in die Lage versetzt, in einer später dafür anberaumten AK-Sitzung unter fachlicher Betreuung durch Herrn Lindemann von der Hochschule Ulm den Probetrieb auf Fehlfunktionen hin zu durchleuchten.

Der Probetrieb offenbarte so viele Mängel, dass ihn die Bauverwaltung vorzeitig abbrach. An Hand der Grafiken ließen sich über 100 Mängel identifizieren. Nur 10 davon hätten eine Störfallmeldung ausgelöst. Das bedeutet, **ein Probetrieb lässt sich nicht mittels Störfallmeldungen analysieren**, wohl aber ganz einfach aus den Trendkurven der Prozessdaten. Das Bauamt erhielt einen Ausdruck davon.

Die Contractingfirma wollte auf einer Arbeitssitzung am 26.03.2014 den AK-Energie und die Energiemanager in die Funktionsweise des PHA-Tools einweisen und insbesondere erklären, wie die Schüler auf unkomplizierte Weise mittels des Tools Trendkurven nach Wunsch herstellen können. Dem Mitarbeiter der Firma gelang es allerdings bis zum Schluss der Veranstaltung nicht, auch nur ein vernünftiges interpretierbares Tagesbild zu erzeugen. Zudem konnte er keine befriedigende Erklärung zu den abwimmelnden Reaktionen auf die massiven Klagen der Lehrer und Schüler geben. Der AK-Energie kündigte darauf endgültig seine Zusammenarbeit mit der Contractingfirma /65/. Da sich der AK-Energie nicht als Dienstleister der Contractingfirma sah, hat er auf Initiative seines Leiters noch am gleichen Tag den Zugriff des Contractors auf die Meldedatenbank der Schule gestoppt.

4.5 Bewertung der Schülereinbindung

Für die Bewertung der Schülermeldungen wurden folgende Dokumente verwendet:

- Der Abschlussbericht der technischen Begleitforschung /66/.
- Die Trendkurven wesentlicher Kenngrößen aller Räume in Tages- und Wochenbild von Februar 2013 bis Juli 2017 (über 125.000 Grafiken), leicht abruf- und interpretierbar. Sie wurden von Herrn Dr. Fluch aus den Prozessdaten der Gebäudeleittechnik erzeugt und können von der Homepage der energie-AG (www.energieteam-bvsg.de) unter dem Punkt Berichte heruntergeladen werden /67/.
- Eine Exceltabelle mit allen Meldungen des AK-Energie und den Rückmeldungen der Contracting-firma, geordnet nach Datum sowie geordnet nach Räumen /68/.

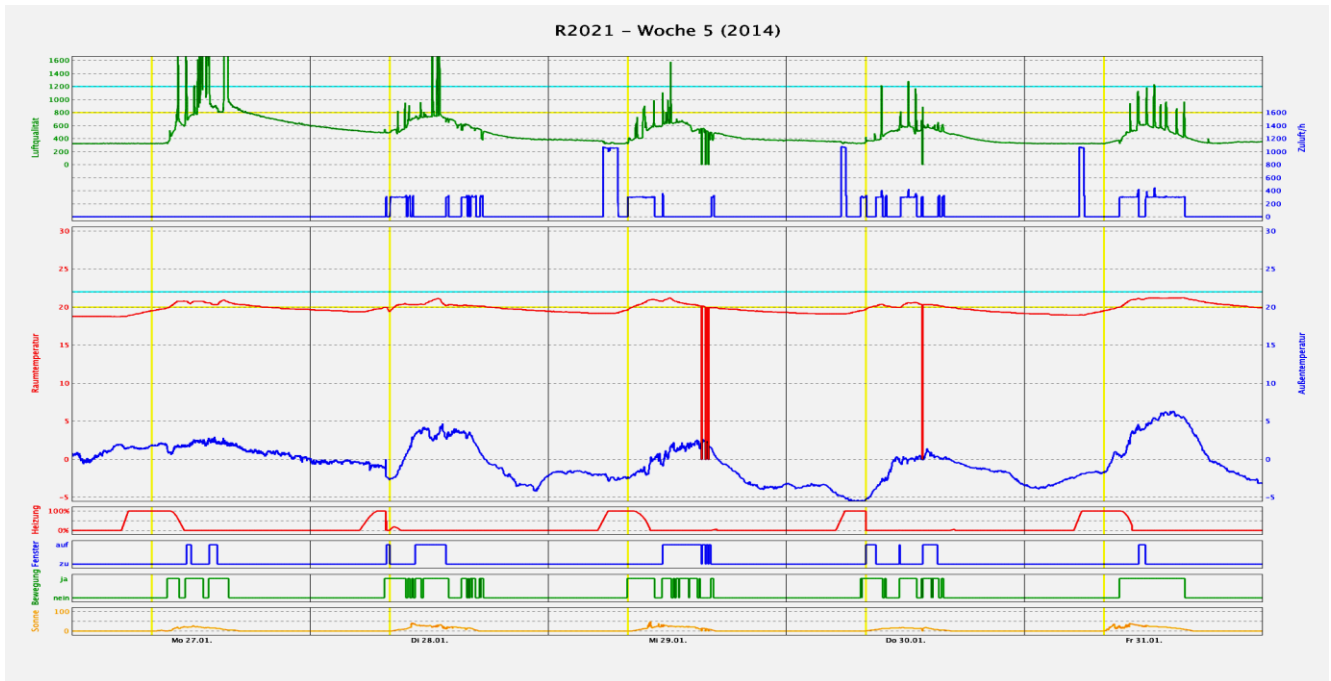
Analysiert man diese Unterlagen, erkennt man sehr schnell, dass der Eindruck der Schüler, ihre Meldungen werden nicht ernst genommen bzw. abgewimmelt, berechtigt war.

Wer, wie der zuständige Mitarbeiter der Contractingfirma, subjektive Schülerbeobachtungen wie „die Luft ist schlecht“ oder „der Raum ist unerträglich warm“ mit der Aussage zurückweist „Kann aus den Messwerten der GLT nicht nachvollzogen werden“, muss darauf vertrauen können, dass die GLT genaue Werte anzeigt. Der Mitarbeiter der Contractingfirma konnte darauf nicht vertrauen, weil die Messensoren nicht kalibriert waren und fehlerhafte Sensoren im Atriumbau erst bis Juni 2013 und im Erweiterungsbau erst ab April 2014 ausgetauscht wurden. Der Mitarbeiter wusste also, dass er die meiste Zeit der „Energiepartnerschaft“ mit Messwerten argumentierte, auf die kein Verlass war, die Schüler wussten das nicht. Als sie begannen, es zu ahnen, fehlte ihnen auf Grund der vorenthaltenen Tages- und Wochenbilder die Möglichkeit, ihre Vermutung zu beweisen. Erst nach und nach wurde ihnen bewusst, dass ihre Fehlermeldungen die einzigen verwertbaren Informationen über die Luftqualität waren.

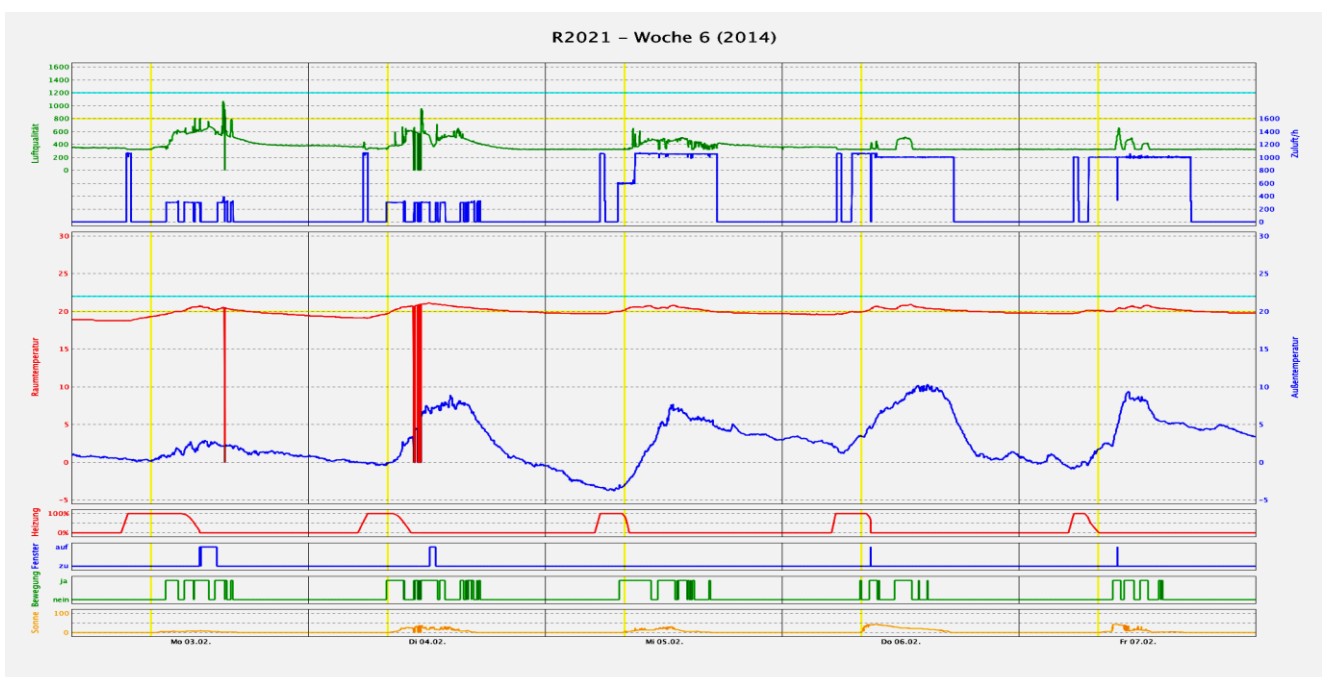
Die Argumentationslinie des Mitarbeiters der Contractingfirma geht auch völlig an der Aufgabenstellung des AK-Energie vorbei. Er sollte die Contractingfirma in der Übergangszeit zwischen Bezug der Klassenräume und Probetrieb dadurch **entlasten**, dass bei der Überprüfung der Behaglichkeit nicht die Firma die personalintensiven qualitativen Beobachtungen durchführen muss, sondern die Schülern und Lehrer das übernehmen und der AK das weiterleitet. Da ist es geradezu widersinnig, wenn der Mitarbeiter der Firma eingehende Fehlermeldungen zu schlechter Luft oder unangenehmer Temperatur überwiegend damit zurückweist, dass die angezeigten Messwerte der Anlage im Normbereich liegen. Er hätte im Gegenteil die Schülermeldungen zum Anlass nehmen müssen, herauszufinden, **warum** die Messwerte im Gegensatz zur Beobachtung der Schüler stehen. Ein solches Bemühen um Analyse ist in der Meldekartei nicht zu finden, selbst dann nicht, wenn die gleichen Meldungen immer wieder kommen. So fehlt der Versuch einer Analyse selbst bei dem Raum, bei dem sich der Lehrer nach 13 Meldungen ohne Wirkung weigerte, weiter in dem Raum zu unterrichten.

31.01.2014	2-021										Mief wird im Verlauf der Stunde noch schlechter.						03.02.2014	03.02.2014	03.02.2014	Aufgrund der Fensteröffnung von 11:30 bis 12:15 Uhr war die Lüftungsanlage ausgeschaltet. In der Zeit von 8 bis 17 Uhr hatten wir insgesamt 8 Mal für jeweils 5 Minuten hohe CO2 Messwerte, dabei wurde der Grenzwert nur drei Mal für weniger als 5 Minuten überschritten. Der Raum wird weiter beobachtet.	
07.02.2014	2-021	1	x		a					O	Herr XXXXX, hat mir mitgeteilt, sich aufgrund der andauernd schlechten Situation in diesem Raum ab sofort zu weigern, weiter in Raum 2-021 zu unterrichten. Bitte nehmen Sie dringend Kontakt zu ihm auf. Die Schüler der Klasse berichten, am 5.2. sei die Luft besser gewesen als						12.02.2014	12.02.2014	12.02.2014	Raumbegehung am 11.02.14 nachmittags. Die Luft ist heute wenig bzw. keine Geräusche und arbeitet ordnungsgemäß. Beide grünen Dioden leuchten, daher keine Störung.	Hier brennt es! Die Zeit der Beobachtungen ist hier jetzt vorbei, bitte wenden Sie sich den Nutzern!

Die Abbildung zeigt die letzten beiden von insgesamt 13 Einträgen zu Raum 2021, alle mit der immer gleichen Klage über zu schlechte Luft. Hätte sich der Mitarbeiter der Contractingfirma Trendkurven dazu erzeugt, statt nur Momentanwerte aus der GLT auszulesen, wäre ihm viel eher aufgefallen, dass der Klassenraum vermutlich viel zu wenig Frischluft bekam.



Am 5.02.2014 hat der Mitarbeiter der Contractingfirma endlich nicht mehr dem CO₂ – Sensor vertraut, sondern den Fehlermeldungen und die Luftzufuhr angehoben, wie nachstehende Grafik zeigt:



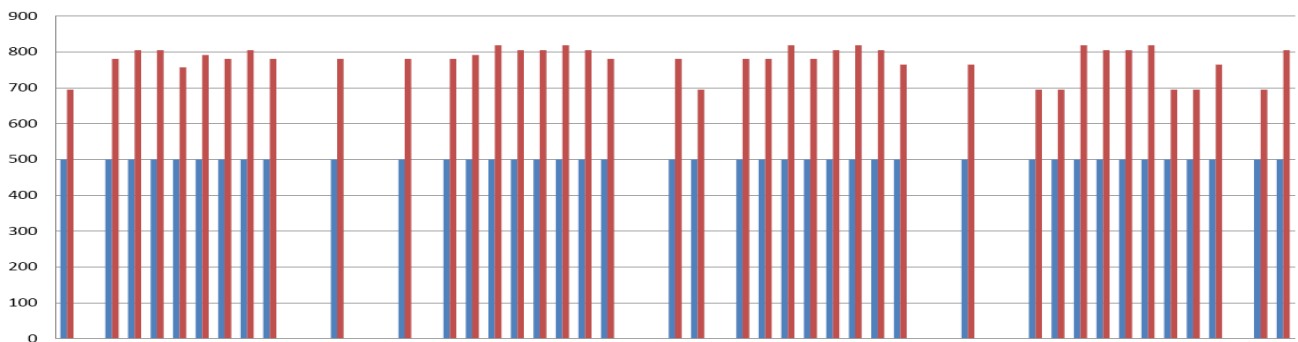
Der letzte Eintrag des AK-Leiters in die Meldekartei zeigt, dass diese Maßnahme erfolgreich war.

Eigentlich sollten beide Grafiken korrekte CO₂ Werte ausweisen, da die Contractingfirma bis zum 24.05.2013 alle fehlerhaften Sensoren ausgetauscht hat. Die beiden Grafiken lassen allerdings den Schluss zu, dass in diesem Raum immer noch nicht alles stimmen kann. Für einen CO₂-Gehalt unter 1200ppm benötigt dieser Raum bei der damaligen Belegung einen Volumenstrom von mindestens 1100 cbm/h. Der tatsächliche Volumenstrom lag ab 5.2. bei nur 1000 cbm/h, was zu einer CO₂-Konzentration über der blauen Linie (1200ppm) hätte führen müssen. Was der Grund für diese Diskrepanz ist, geht aus den Grafiken nicht hervor und müsste deshalb für die Contractingfirma Anlass für weitere Analysen sein.



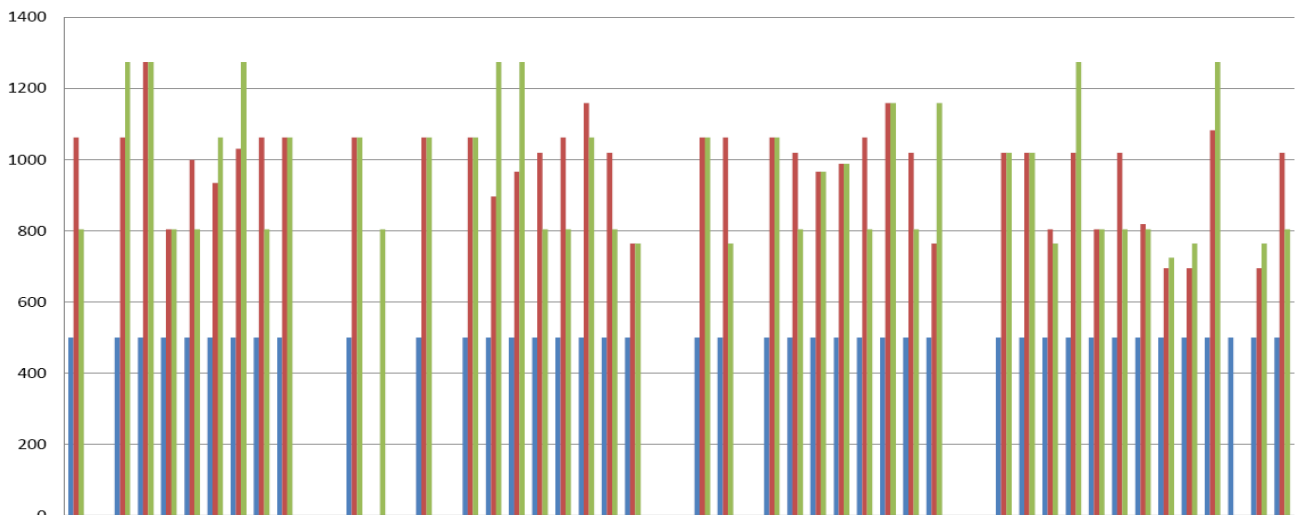
Ein **wesentlich kleinerer Volumenstrom** als lt. **Berechnung** zur Einhaltung des CO₂-Garantiewertes von 1200ppm nötig gewesen wäre, war im Atriumbau kein Einzelfall, sondern eher der Normalfall. So lässt sich Energie natürlich auch sparen. Die daraus resultierende viel zu schlechte Luft haben die Schüler zu spüren bekommen und entsprechend oft gemeldet- völlig zu Recht!

Die ursprüngliche Planung sah im Auslegungsfall eigentlich eine sehr gute Luftqualität mit maximalen CO₂ Konzentrationen von 500ppm über Außenluft vor (blaue Werte), was in Marktoberdorf einem Absolutwert von 900ppm entspricht, also besser als der Pettenkoferwert ist. Mit den maximalen Volumenströmen aus der Referenzplanung des von der Bauverwaltung beauftragten Ingenieurbüros ergaben sich allerdings rechnerisch Werte um 800ppm über Außenluft (rote Werte). Der Contractingvertrag musste diesem Umstand angepasst werden. Die blauen Werte wurden zum Richtwert erklärt, ab dem mit dem Auslegungsvolumenstrom gefahren werden musste. So war eigentlich in allen Räumen mit **Werten von 800ppm über Außenluft** oder weniger zu rechnen:



Maximale CO₂-Konzentrationen (ppm): Sollwert; mit Auslegungsvolumenstrom der Referenzanlage berechnet

Die Contractingfirma hat allerdings als Maximalvolumenstrom Werte z.T. weit unter den Werten der Referenzplanung gewählt. Laut Rechnung musste sie demnach bei einer auslegungskonformen Belegung wesentlich höheren CO₂ -Werte als 800ppm über Außenluft erwarten. Mit den im März 2013 gemessenen maximalen Luftvolumina waren das in nachstehender Grafik **die roten Werte**, mit den im November 2013 von der Firma gewählten Maximalvolumina waren es **die grünen Werte**.

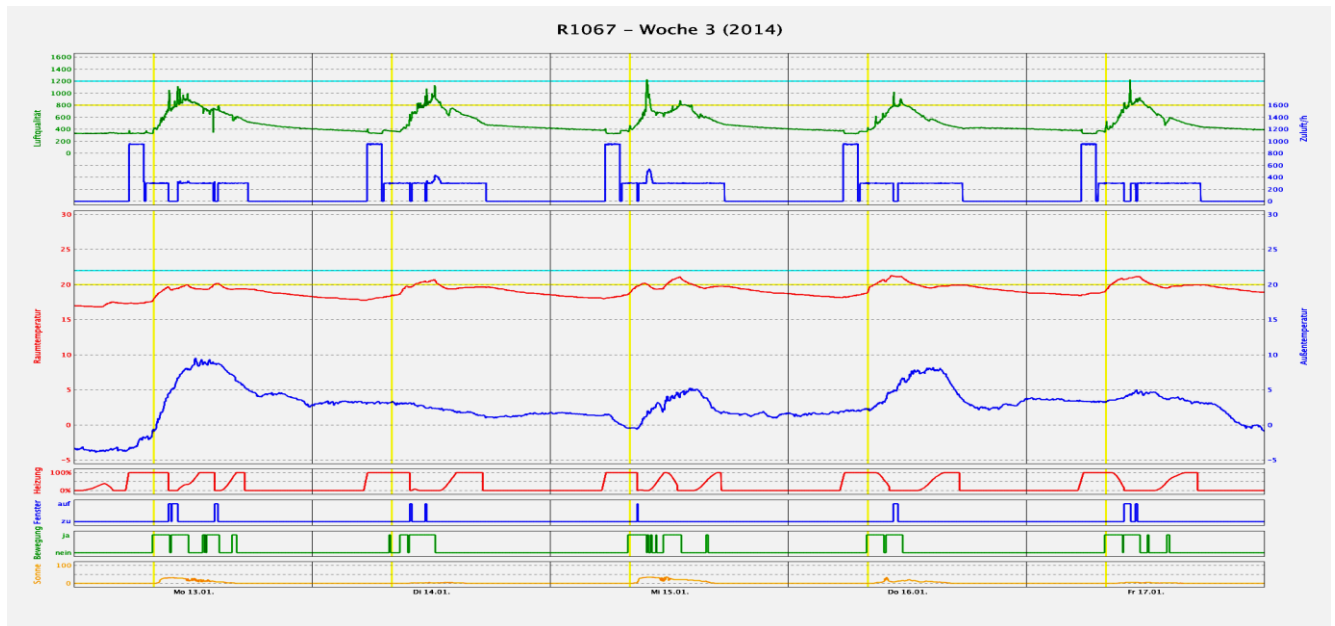


Maximale CO₂-Werte (ppm): Sollwert; März 2013; November 2013

Man sieht, im März 2013 war im Widerspruch zu den geschuldeten Leistungen **in den meisten der 42 Atriumräume eine deutlich höhere CO₂- Konzentration als 1200ppm absolut** zu erwarten, im November 2013 immerhin noch in 25 Räumen.



Nachstehend ein Beispiel für ein unzumutbares Zuluftvolumen (5. Klasse mit Normbelegung von 32 Schülern, für 1200ppm berechneter Volumenstrom 950m³/h, Wert in der Unterrichtszeit 300 m³/h):

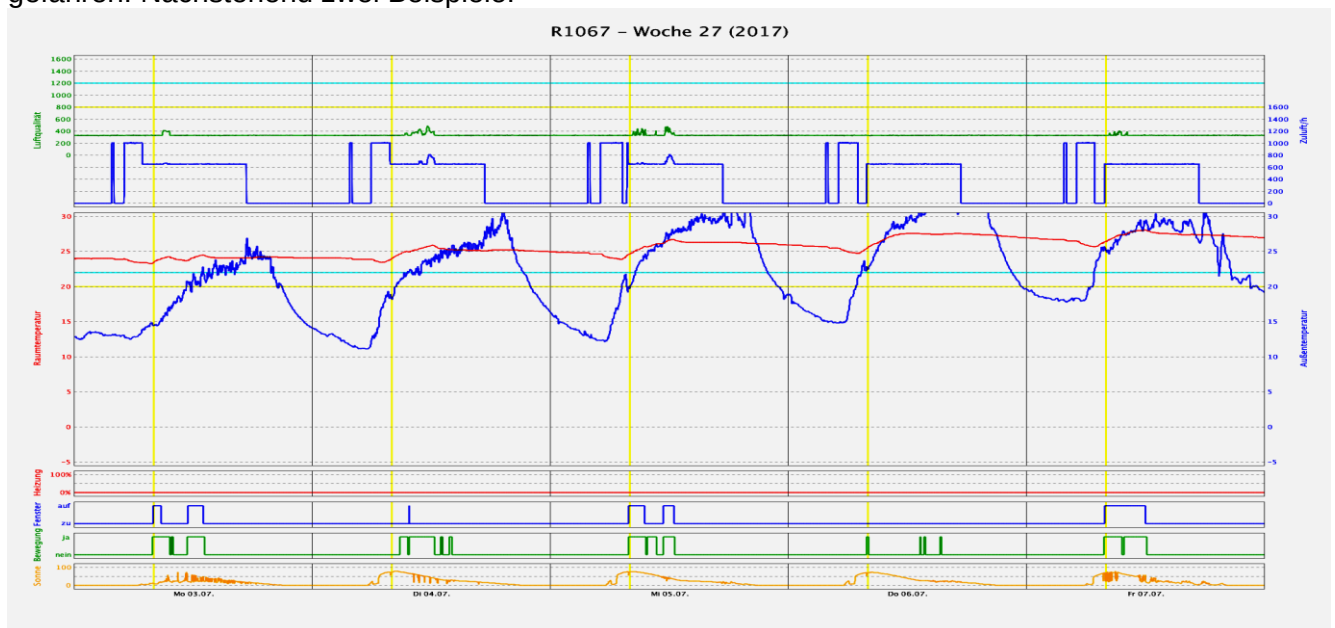


Meldung (17.01.2014): Zu warm und schlechte Luft von Beginn, die noch schlechter wird. Bitte sehen Sie nach, da waren schon im Dezember Beschwerden.

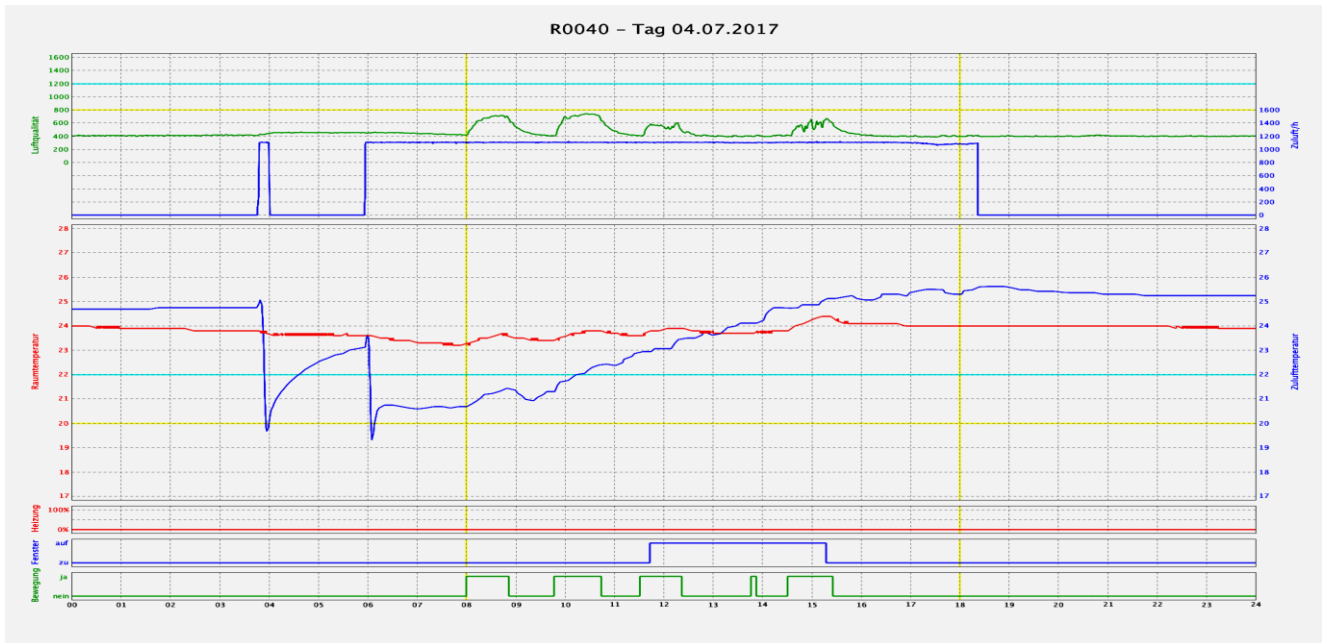
Rückmeldung (22.01.2013): Raumfühler kontrolliert, Anlage arbeitet innerhalb vorgegebener Parameter (°C, CO₂)

Wenn in einem Raum, der gemäß Auslegung belegt ist, die angezeigten CO₂-Werte unter 1200ppm liegen, kann das nicht, wie hier und oft auch sonst geschehen, als Beweis für die geschuldete gute Luft angeführt werden, wenn gleichzeitig der Zuluftstrom wesentlich geringer ist, als der lt. Berechnung für 1200ppm notwendige Volumenstrom. Ein solcher Fall hätte für den zuständigen Mitarbeiter der Contractingfirma immer ein Grund zur Sorge sein müssen, dass da etwas in diesem Raum nicht richtig funktioniert, und ihn veranlassen müssen, den Unterschied zwischen erwartetem und ausgelesenen Messwert aufzuklären.

Mittlerweile werden die Lüftungsanlagen in allen Räumen ganztags (!) mit höheren Volumenströmen gefahren. Nachstehend zwei Beispiele:

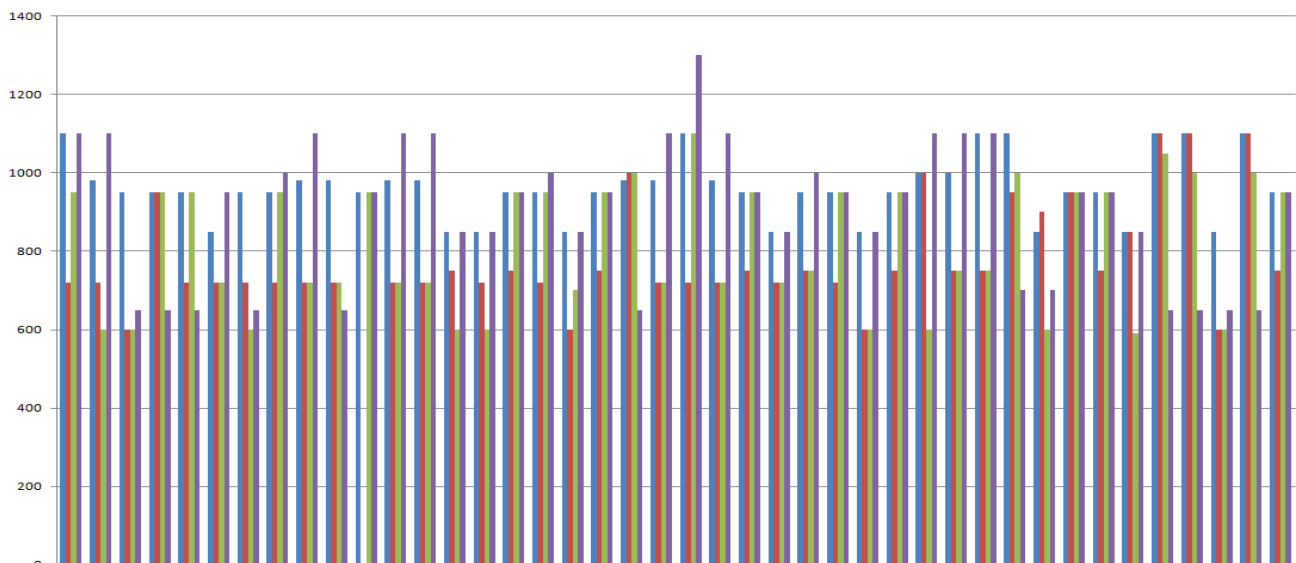


Klassenraum



Fachraum Biologie

Die „Optimierung“ der maximalen Volumenströme von März 2013 bis Juli 2017:



Maximale Zuluft (m³/h): Sollwert (Auslegungsfall), März 2013, November 2013, Juli 2017

Man sieht, die Werte der maximalen Volumenströme liegen am Anfang deutlich unter den Auslegungsvolumina und erreichen diese dann erst successive, nachdem die anhaltenden Klagen der Schüler über zu schlechte Luft einfach nicht aufhören wollten. In den Fachräumen wird nun sogar einheitlich ein Wert vom 1100m³/h gefahren. Acht Räume sind Kellerräume, die 2017 nicht genutzt wurden. Hier läuft die Lüftungsanlage den ganzen Tag über mit dem eingestellten Mindestvolumen von 600m³/h (incl. Nacherhitzer). An die Schulleitung werden nun keine Klagen mehr herangetragen.

Vergleich mit Ergebnissen der technischen Begleitforschung:

Eine deutliche Unterschreitung der Auslegungsvolumenströme hatte zuvor auch schon Herr Prof. Stephan im Rahmen der technischen Begleitforschung zum naerco-Projekt nachgewiesen und dem Bauamt am 27.06.2013 eine entsprechende Stellungnahme mit im März 2013 gemessenen Volumenströmen und daraus errechneten maximalen CO₂-Konzentrationen übermittelt /69/.



Die Gesamtbewertung im Schlussbericht der technischen Begleitforschung nach dem ersten Betriebsjahr (Juli 2013 bis Juli 2014) : Der garantierte Komfort wird nicht erreicht. Der Garantiewert für Energieverbrauch (3-Liter-Schule) wird eingehalten. Ersteres lässt verstehen, warum so viele Fehlermeldungen gemacht wurden (über 500 bis März 2014), das zweite verwundert mit Blick auf die Lüftungsstrategie auch nicht (verminderte Luftvolumina; Abschaltung der Lüftung bei Öffnen eines Fensters, was wegen mangelhaftem Raumluftkomfort häufig vorkam). Ob nach der „Regelungsoptimierung“ mit höheren Volumenströmen, ganztägig durchlaufender Lüftung incl. Nacherhitzung, auch bei mittlerweile ungenutzten Räumen, der Garantiewert für den Energiebedarf immer noch eingehalten wird, darf bezweifelt werden. Es sei denn, die Contractingfirma nützt das Einsparpotenzial, das aus den jetzt vorliegenden Tages- und Wochenbildern deutlich erkennbar ist.

Dass sich das Fehlermeldesystem über eineinhalb Jahre hinzog, war so nicht geplant und ist in der durchgeführten Form auch kein Modell für die Zukunft. Das Meldesystem war als Instrument einer zeitlich eng begrenzten **partnerschaftlichen Zusammenarbeit** mit der Contractingfirma im Rahmen ihres Fehlermanagements konzipiert und nicht als Einbahnstraße. Schüler sind keine Hilfsarbeiter

Der Versuch des AK-Energie, mit dem eintägigen „Probetriebsvorlauf“ am 5.2.2014 für die beteiligten Lehrer und Schüler doch noch eine zeitnahe Rückkoppelung zu erreichen, und damit einen Dialog der Schule mit der Contractingfirma in Gang zu bringen, wurde von der Firma einfach ausgebremst, die Arbeit des AK-Energie endgültig zu einer reinen Dienstleistung ohne pädagogischen Mehrwert degradiert, die Meldearbeit des AK-Energie war deshalb einzustellen.

Ungeachtet dessen war die Arbeit des AK-Energie und der Energiemanagern für die Schule ein großer Erfolg. Denn sie war die Grundlage dafür, dass die Schulgemeinschaft nun in allen Klassenräumen die Luftqualität bekommt, die die Bauverwaltung für sie geplant hat. Ohne die engagierte Arbeit der Schüler und ihrer Betreuer wäre der Atriumbau schon 2013 abgenommen worden, natürlich im Sommer, wie üblich, und mit nur stichprobenweisen Abnahmeprüfungen, wie üblich und natürlich mit jeder Menge an unentdeckten Mängeln, wie üblich.

Die Arbeit des AK Energie ist aber vor allem auch **über die eigene Schule hinaus von Bedeutung**: Nur durch die hartnäckige und gewissenhafte Arbeit des AK-Energie war es möglich, in einem Forschungsprojekt zu dokumentieren, was üblicherweise zu erwarten ist, wenn eine Lüftungsanlage gebaut wird, ohne dass der Nutzer kontrollieren kann, was er da bekommt. Nur der Nutzer hat ein echtes Interesse daran, dass nicht nur die Energiebilanz, sondern auch die Qualität der Anlage stimmt.

4.6 Projektziele und Zielerreichung

Aus schulrechtlichen Gründen dürfen Schüler nicht zu schulfremden Arbeiten eingesetzt werden, egal für wen (Bauverwaltung, Firmen, wissenschaftliches Projekt) und egal, wie wertvoll die Arbeit für die Umwelt oder die Gesellschaft sein mag. Es sei denn, mit der Arbeit der Schüler werden von der Schule gleichzeitig auch pädagogische Ziele angestrebt. Deshalb war die zu erprobende **Einbindung der Schüler als Umweltbildungsprojekt** angelegt.

Schulische Umweltbildung kann auf zweierlei Art betrieben werden:

durch **Vermittlung von Wissen** mit dem Ziel einer Bewusstseinsbildung für Umweltprobleme. Darauf zielen die Bemühungen von EnEff-Schulen, die Sanierung der eigenen Schule im Unterricht zu thematisieren, um Schüler und Eltern zum Energiesparen im privaten Umfeld zu motivieren.

Als **handlungsorientierte Umweltbildung** in Form eines Umweltprojekts.

Die Tutzingener Stiftung zur Förderung der Umweltbildung unterscheidet hier zwischen zwei Typen von Projekten, den additiven und den integrativen:



Additive Projekte fügen den bestehenden Verhältnissen etwas Neues hinzu, ohne in diese einzugreifen. Sie kommen überall gut an, weil sie niemandem weh tun. Sie können konfliktfrei mit bewährten Mitteln der Projektarbeit durchgeführt werden und sind deshalb bei der Schulverwaltung sehr beliebt. Ein typisches Beispiel dafür sind Schulgärten oder der Bau einer Solaranlage auf dem Dach der Schule.

Ganz anders die **integrativen Projekte**, wie das Umweltbildungsprojekt „Energiepartnerschaft“, oder auch die herkömmlichen Energiesparprojekte mit Beteiligung der Schüler an den eingesparten Energiekosten (die sog. Fifty-Fifty-Projekte). Hier fühlen sich die Schüler durch ein öffentliches Problem herausgefordert und entscheiden sich, an dessen Lösung mitzuarbeiten. Dabei greifen sie zwangsläufig in bestehende Verhältnisse ein und geraten häufig in Konflikt mit etablierten (versteckten) Interessen. Um sich zu behaupten, müssen sie nicht nur ihr Anliegen ständig nach außen (und nach innen, reflektiv) verdeutlichen, sie müssen auch „evolutionär“ vorgehen, d.h., „Freunde“ suchen, immer wieder „Etappenziele“ aufstellen, um ihre Sache voran zu bringen. In der Ernsthaftigkeit der übernommenen Verantwortung liegen die Bildungschancen des Projekts, da der Projekterfolg Wissen und Kernkompetenzen erfordert (**Sachkompetenz, Ichkompetenz, Sozialkompetenz**). Auf diese Weise entsteht ein kreativer Bildungsprozess, von dem nicht nur die beteiligten Schüler profitieren, sondern auch die externen Partner (wie z.B. Experten oder Behörden), weil sie mit ganz anderen Fragen und Kommunikationsproblemen als den gewohnten konfrontiert werden.

Integrative Umweltprojekte bzw. „eingreifende Umweltbildung“ (Burow), sind nicht nur für die Schüler, sondern auch für den betreuenden Pädagogen eine besondere Herausforderung. Er hat die Aufgabe, die Schüler an selbstverantwortetes Handeln und Lernen heranzuführen, was zu den anspruchsvollsten Aufgabenstellungen für Pädagogen gehört. Das dabei angestrebte sog. „selbst organisierte Lernen“ bedeutet nämlich nicht, dass der Pädagoge nur beobachtet, was die Schüler an Aktivitäten entwickeln. Die Übernahme von Verantwortung für eigenes Handeln im politischen Umfeld und damit auch für den eigenen Lernprozess bedarf einer durchdachten unauffälligen Lenkung und verlangt von dem Pädagogen anfangs eine starke, autonomiefördernde Führung (Scherhorn), aus der er sich erst Zug um Zug zurückziehen kann und dann auch insoweit muss, dass er nicht mehr die Autorität eines Lehrers beansprucht, sondern nur noch die Funktion der Leitung eines Teams. Auch beginnt für den Pädagogen ein Balanceakt: Einerseits fühlt er sich der Sache verbunden (hier einem befriedigenden und Energie sparenden Sanierungsergebnis), andererseits muss er aufpassen, dass er die Schüler und Schülerinnen nicht „vor den eigenen Karren spannt“, sie instrumentalisiert, um seine persönlichen Umweltziele zu erreichen /70/. Er muss deshalb zu Projektbeginn gemeinsam mit den Schülern ganz klare Ziele und Teilziele erarbeiten, mit ihnen zusammen verbindlich klären, wer für welche Aufgaben zuständig ist und dafür sorgen, dass sich die Schüler daran halten. Denn wenn ein Schüler sich ausklinkt, müssen andere seine Aufgabe übernehmen. Selbstorganisiertes Lernen bedeutet keine Unverbindlichkeit bei der Ausführung. Die Schüler erwarten erfahrungsgemäß, dass ihr Teamleiter Sanktionen ausspricht, falls jemand die eingegangene Verpflichtung nicht erfüllt. Das kann und muss bis zum Ausschluss aus der Gruppe gehen. Für das Ende des Schuljahres muss der Teamleiter eine Reflexionsphase einplanen, bei der das Team klärt, welche Teilziele erreicht werden konnten und welche nachjustiert werden müssen.

Der AK Energie hat seine Ziele für die Schuljahre 2012/13 und 2013/14 im Herbst 2012 auf dem zweitägigen Workshop in der Jugendbildungsstätte Hindelang erarbeitet, sie auf der Zukunftskonferenz am 18. November 2012 der Schulgemeinschaft und den Sanierungsbeteiligten vorgestellt. Und er hat am Schuljahresende im Juli 2013 bei einer zweitägigen Reflexionsphase in Kloster Irsee eine Zwischenbilanz gezogen und eine Nachjustierung seiner Ziele für das zweite Schuljahr beschlossen. Am 2.8.2014, also am Ende des zweiten Schuljahres und damit gleichzeitig am Ende des Schulprojekts mit dem AK-Energie, haben der Betreuer des AK-Energie, die Projektleitung und ein weiteres Mitglied der Projektgruppe in einer abschließenden Sitzung /71/ festgehalten, wie von Seiten der Schule und von Seiten der Projektgruppe der Projektverlauf wahrgenommen wurde und welche Projektziele beide Seiten als erfüllt ansehen.



Die Projektziele waren:

Ziel 1: Die Schule erhält **die geplante Sanierungsqualität**

Ziel 2: Die Schüler erhalten **Umweltkompetenzen**

Ziel 3: Die Kommunen erhalten ein **erprobtes Energiesparmodell**

(Einsparpotenzial: 30% des Energieverbrauchs nach einer Sanierung)

Aufgaben, die dazu auf der Zukunftskonferenz erarbeitet wurden:

- zu 1: Einregulierungsphase : Mithilfe der Schüler beim Fehlermanagement
Betriebsphase: Mitwirkung der Schüler bei Störfallmanagement, Kontrolle und Konflikten
Sanierungskonzept: Schülermitwirkung bei der Optimierung des Sanierungskonzepts (Fenster!)
Schulinterne Kommunikation (Schülerzeitung, Jahresbericht, Information der Energiemanager; Infoblätter, Homepage...)
- Zu 2: Umweltbildung: pädagogische Unterstützung durch die Lehrer für den AK und die Energiemanager; Pädagogischer Tag; P-Seminare, ...
- Zu 3: Öffentlichkeitsarbeit: Vortrag auf EnEff-Tagung, BINE-Projektinformation, ...

Aufgaben, die in den zwei Kursjahren bearbeitet werden konnten:

- Im Bereich Fehlermanagement und Vertretung von Schulinteressen: wie im Bericht beschrieben
- Im Bereich schulinterne Kommunikation: Powerpointvortrag auf der Zukunftskonferenz am 19.11.2012 /72/; Informationsveranstaltungen mit Powerpointvorträgen für die Energiemanager; Artikel im Jahresbericht 2013 /73/; Infoblätter in allen Klassenräumen zur Funktionsweise der Störmeldeanzeigen und zu den zuständigen Ansprechpartnern; Infoveranstaltung am Tag der offenen Tür; Vortrag in der Lehrerkonferenz; Organisation eines Schülerwettbewerbes für ein Logo des AK; abschließender Powerpointvortrag über die Arbeit des AKs vor allen Energiemanagern /74/
- Im Bereich Öffentlichkeitsarbeit: Powerpointvortrag /75/ über die Arbeit des AK vor einer chinesischen Delegation (Vertreter des Bauministeriums, lokaler Bauämter, des Bildungsministeriums, lokaler Bildungsämter, Architekturbüros), die auf einer von der GIZ organisierten Studienreise innovative Sanierungsvorhaben an Schulen besichtigte.

Zielerreichung

Ziel 1

Die Komfortziele waren bis Juli 2014 nicht erreicht, mittlerweile werden der Schulleitung aber keine Klagen mehr gemeldet. Ob die Energieziele derzeit immer noch erreicht werden, darf nach Sichtung der letztjährigen Trendkurven bezweifelt werden. Aus diesen Trendkurven lässt sich allerdings auch ein nicht unerhebliches Einsparpotenzial erkennen.

Ziel 2

Nach Einschätzung des AK-Leiters haben die AK-Mitglieder neben Fachlichem (wie eine Heizungs- und Belüftungsanlage funktioniert) gelernt,

- wie man etwas kommunizieren muss, damit ein anderer es versteht; wie man Schriftstücke diplomatisch formuliert, wenn man möchte, dass ein anderer etwas Bestimmtes macht; wie man Präsentationen erstellt und vorträgt; dass es manchmal notwendig ist eine Sachlage optimistischer darzustellen bzw. optimistischer dargestellt zu bekommen als sie ist; dass ein Logo eine Bedeutung hat,
- dass in der Wirtschaft Zwänge existieren, die bewirken, dass auf ein gesprochenes Wort kein Verlass ist; dass es Unterschiede zwischen dem Verhalten von Personen vor und hinter den Kulissen gibt; dass man sich wehren muss, wenn man ausgetrickst wird; dass es sehr schwierig ist, einen Konsens zu erzielen;



- dass man konsequent in seinen Entscheidungen sein sollte, z.B., ob man sich für etwas engagiert oder nicht; dass Zuverlässigkeit wichtig ist;
- wie Lehrer und wie Schüler ticken; dass bei der Schülerwerbung für einen Kurs klare Ansagen bezüglich der Arbeit/Ziele des Wahlkurses wichtig sind.

Auch die Energiemanager haben nach der Einschätzung des AK-Leiters persönlichen Gewinn aus ihrer Arbeit gezogen, wenn auch in geringerem Umfang. Sie haben gelernt,

- dass es schwierig ist, Konsens herzustellen; dass man hartnäckig sein muss, wenn man ein Ziel erreichen möchte (Bsp.: Fehlermeldungen);
- was Erfolgscontracting bedeutet und wie die Anlagenkomponenten zusammenwirken (zumindest einzelne Energiemanager haben das verstanden).

Der AK-Leiter hat gelernt, dass Risikominimierung ein vorherrschendes Prinzip der Behörden ist.

Die Projektidee hätte besser kommuniziert werden müssen: Wie sich erst im Frühjahr 2014 herausstellte, stimmten der AK-Leiter und die Projektleiterin nicht darin überein, dass der Kursleiter spezielle Aufgaben hat, die er ohne Schüler bearbeitet, z.B. fachliche Hintergründe recherchieren, politische Schutzfunktion ausüben, Beziehungen knüpfen, pädagogische Ziele festlegen, Reflexion. Es existierte bei beiden ein sehr unterschiedliches Verständnis über den Begriff der „Projektarbeit“ (AK-Leiter: Keine (Lern-)Zielvorgaben vom Kursleiter; Projektleiterin: Ein Projekt hat einen Anfang, ein Ende, bestimmte Ressourcen, Ziele, einen Zeitplan und ist lernzielorientiert. Außerdem besteht eine Ergebnisverantwortung. Die Ziele werden am Anfang festgelegt.). Reflektierende, monatliche Strategiediskussionen (AK-Leiter und Projektleiterin) zu Zielen und zur Pädagogik wären wahrscheinlich hilfreich gewesen. Die Notwendigkeit dafür wurde vom AK-Leiter nicht gesehen.

Wie sich gegen Projektende bestätigt hat, wäre – wie ursprünglich geplant- analog zur Zukunftskonferenz auch am Ende des Projekts eine Veranstaltung hilfreich gewesen, um alle Beteiligten wieder zusammenzuführen. Das war leider innerhalb eines bewilligungsfähigen Forschungsbudgets nicht machbar.

Ziel 3

Die Zielvorgabe, ein übertragbares Modell zu erarbeiten, war wahrscheinlich falsch, jede Schule muss wohl ihren eigenen Prozess durchmachen. Die Beteiligten müssen das Projekt wirklich wollen.

5 Lessons learned

- ▶ Die neuen hochwärmegedämmten luftdichten Schulgebäude erfordern eine mechanische Belüftung. Das bedeutet ein neues Komfortkriterium, das zu erfüllen und bei der Abnahme zu überprüfen ist: **die Behaglichkeit**. Sie ist **nicht mittels MSR-Technik überprüfbar**, denn die hat keine Sensoren für Luftgeschwindigkeiten. Und sie kann deshalb auch nicht alleine mit einem softwaregestützten technischen Monitoring gemäß AMEV gesichert werden.
- ▶ Herstellen und Überprüfen der Behaglichkeit einer mechanischen Belüftung sind **auf bezahlbare Weise nur mit Unterstützung der Nutzer möglich**, indem sie durch ein formalisiertes Fehlermeldesystem mit qualitativen Beobachtungen den Auftragnehmer beim Fehlermanagement und den Auftraggeber bei seinen Kontrollaufgaben unterstützen.
- ▶ Schüler sind keine Dienstleister. Sie dürfen schulfremde Arbeiten nur dann übernehmen, wenn diese für sie einen pädagogischen Mehrwert haben. Die Mithilfe der Schüler ist daher als **Umweltbildungsprojekt** zu organisieren. Das schließt ein, dass die Schüler vor der Weitergabe der Fehlermeldungen diese auf Plausibilität beurteilen. Um das zu können, müssen die Schüler auf Knopfdruck leicht interpretierbare Trendprotokolle in Form von Tages- und Wochenbild abrufen können, wie sie - leider erst nach Projektende - für das Gymnasium Marktoberdorf programmiert wurden.



- ▶ Bei der Einbindung der Schüler muss sichergestellt sein, dass sie vor Überforderung durch Konflikte innerhalb der Schule und mit Behörden geschützt werden können. Dazu bedarf es u.a. einer **vertraglichen Regelung der Schule mit der Bauverwaltung**, in der die Aufgaben und Kompetenzen der Schüler festgeschrieben werden.
- ▶ Eingreifende Umweltbildung ist ihrem Wesen nach immer auch **politische Bildung** und damit automatisch mit Konflikten verbunden. Das muss bei der Wahl des Kursleiters berücksichtigt werden. Die Rolle „David gegen Goliath“ muss man mögen. Sie gehört nicht zu den Kernkompetenzen eines Pädagogen.
- ▶ Das vom AK-Energie entwickelte Fehlermeldesystem ist ein erfolgreich **erprobtes Kommunikationswerkzeug**. Es kann sowohl beim Fehlermanagement als auch später schulintern beim Störfallmanagement eingesetzt werden
- ▶ In der „Übergangszeit“ zwischen Bezug der Klassenräume und Probetrieb sollte das **Fehlermeldesystem nur für einen Probetriebsvorlauf**, wie auf Seite 31/32 beschrieben, eingesetzt werden.
- ▶ Das Fehlermeldesystem darf dabei nicht als Ersatz für einen **vollständigen Datenpunkttest und die Kalibrierung der Messensoren** missverstanden werden. Eine erfolgreiche Durchführung beider Maßnahmen ist im Gegenteil Voraussetzung für ein systematisches Fehlermanagement des Auftragnehmers und damit auch für den Beginn jeglicher Schüleraktivitäten. Das bauüberwachende Ingenieurbüro muss deshalb den Erfolg von Kalibrierung und Datenpunkttest bereits **vor Bezug der neuen Räume bestätigen**.
- ▶ Für den Fall, dass die ausführende Firma die drei Leistungen: Kalibrierung, Datenpunkttest, vorgefertigte Wochen- und Tagesbilder nicht rechtzeitig erbringen kann, muss eine **passende Vertragsgestaltung** es der Bauverwaltung ermöglichen, diese Maßnahmen kurzfristig anderweitig, etwa von einem Hochschulinstitut) durchführen zu lassen, natürlich zu Lasten der Firma.
- ▶ Der Planer der Mess- und Regeltechnik und der Gebäudeleittechnik darf nicht gleichzeitig mit der Abnahmeprüfung dieser Gewerke beauftragt werden. Denn das hieße den Bock zum Gärtner machen.
- ▶ Bei Forschungsprojekten dürfen die Daten aus der GLT nicht ungeprüft für das Monitoring verwendet werden. Die Qualität der Daten kann nur sichergestellt werden, wenn die **Qualitätsprüfung der Daten Bestandteil des Monitorings** ist. Das bedeutet, dass die Fördermittel die Finanzierung eines vollständigen Datenpunkttests und die Überprüfung aller Messfühler umfassen muss. Das ist zwar teuer, aber allemal billiger, als der Aufbau eigener Messtechnik. Weil es mit dem Aufzeigen von Mängeln der GLT nicht getan ist, muss der Forschungsvertrag mit dem Bauherrn diesen verpflichten, die entdeckten Mängel in der Messtechnik zeitnah zu beseitigen oder auf Kosten des Bauherrn beseitigen zu lassen.
- ▶ Von einem normalen Planungsbüro kann nicht vorausgesetzt werden, dass es in einer Funktionalausschreibung für Mess- und Regeltechnik bzw. Gebäudeleittechnik die Anforderungen an die gewünschten Ausgabefunktionen so korrekt beschreibt, dass der Text juristisch keine Fehlinterpretationen zu Lasten des Auftraggebers zulässt.
- ▶ Deshalb kamen die vorgefertigten Bilder für den gedachten Zweck, den Schülern eine **effektive Beteiligung am Fehlermanagement** zu ermöglichen, leider viel zu spät. Hätten praktisch einsetzbare Trendkurven rechtzeitig, d.h., unmittelbar nach Einbau der Lüftungsanlagen aus der GLT abgerufen werden können, hätte auch die 3,5 Jahre dauernde **Einregulierungszeit drastisch verkürzt** werden können. Und die Bauverwaltung hätte mit den Trendkurven



erstmalig eine echte Möglichkeit gehabt, an Hand des Probebetriebs zu überprüfen, ob die Räume die geschuldete Qualität hinsichtlich Raumklima und Energieverbrauch erreichen. Die Überprüfung der Zielerreichung an Hand von Trendkurven, wie sie demnächst in Marktoberdorf möglich sein wird, dauert ohne Dokumentation nicht länger als ein paar Stunden.

- Auch **in der Betriebsphase** müssen die Nutzer noch die Möglichkeit haben, solche Trendkurven abzurufen. Hier ist das sogar besonders wichtig. Denn ohne Kontrollmöglichkeit für die Nutzer kann die Menge der Zuluft und ihre Nacherhitzung als Energiesparmöglichkeit missbraucht werden.
- Partnerschaft mit den Schülern und damit **echte Partizipation ist eine unterschätzte Ressource** für das Gelingen von Schulsanierungen. Die Schüler sollten ernst genommen werden, denn sie können die Anforderungen an Professionalität erfüllen.

Die Abnahmekontrolle der öffentlichen Hand war noch nie zielführend, und zwar grundsätzlich, denn mit der praktizierten Stichprobenmethode kann man nicht alle Qualitätsmängel aufdecken, sondern nur die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens.

Künftig geht es in Schulen aber um mehr als nur um die Verhinderung von Qualitätsmängeln und Energieverschwendung. Weil künftige Sanierungen oder Neubauten nur noch mit mechanischer Belüftung ausgeführt werden dürfen, geht es, wie das Projekt deutlich gemacht hat, auch um die **Gesundheit von Schülern und Lehrern**. Weil sie gezwungen werden, sich in luftdichten Räumen aufzuhalten, müssten sie eigentlich sicher sein können, dass die Belüftungsanlage **in allen Räumen gute Luft und Behaglichkeit** (Zugfreiheit) herstellt und zwar gleich vom Bezug der Klassenräume an. Und sie müssten sicher sein können, dass sie nicht unnötig langen Regelungsoptimierungen ausgesetzt sind und dass vor allem der Auftragnehmer keine Energieeinsparung zu Lasten ihrer Gesundheit versucht, indem er weniger Frischluft zuführt, als die Planung vorsah.

Das Projekt in Marktoberdorf hat gezeigt, dass sich Schüler und Lehrer da leider nicht sicher sein können und es hat gezeigt, dass das **zwangsläufig** immer so sein wird, solange sich an der Art der Abnahmekontrolle nichts Wesentliches ändert. Denn dass die Abnahmekontrolle an Schulen nur stichprobenweise erfolgt (außer bei sicherheitsrelevanten Leistungen wie z.B. Brandschutzmaßnahmen) und insbesondere die Behaglichkeit nicht überprüft werden kann, weiß nicht nur der Auftraggeber, sondern auch der Auftragnehmer. Dieses Wissen zwingt ihn gleichsam, Sensoren nicht zu kalibrieren, den Datenpunkttest zu unterlassen und die für die Einregulierung notwendigen qualitativen Beobachtungen zu unterlassen. Denn er kann derzeit solche qualitätssichernden Maßnahmen auf Grund des hohen Kostendrucks öffentlicher Ausschreibungen nicht einpreisen, ohne Gefahr zu laufen, auskonkurriert zu werden.

Das Problem wird künftig verschärft dort auftreten wo unter Beibehaltung der ineffektiven Abnahmekontrolle eine garantierte Obergrenze für den Energieverbrauch verlangt wird, sei es, weil anders keine Fördermittel zu bekommen sind oder sei es, dass man eine Grundsanierung von Haustechnik und Gebäudehülle incl. Betriebsführung und Instandsetzung anstrebt, die sich innerhalb einer Vertragslaufzeit von 30-35 Jahren aus der garantierten Energieeinsparung refinanzieren muss („Einsparcontracting Plus“). Wenn die Politik nur den Energieverbrauch im Blickwinkel hat ohne Garantie des geschuldeten Komforts, sind analoge Entwicklungen zu erwarten wie beim Dieselskandal.

Die Stichprobenmethode der öffentlichen Bauverwaltungen ist ein ungeeigneter Versuch, die Komplexität einer Abnahmeprüfung zu reduzieren. Die Lösungsidee der energie-AG war, die Komplexität dadurch zu reduzieren, dass man nicht die installierte Technik überprüft, sondern **die erwarteten Auswirkungen der installierten Technik**. Das Forschungsprojekt naerco und das Bauamt Kempten haben für die Pilotsanierung des Gymnasiums Marktoberdorf diesen Lösungsvorschlag aufgenommen und verlangt, dass die technische Abnahme durch eine Funktionsprüfung ergänzt wird, bei der die Zielerreichung bezüglich Raumluftkomfort durch einen Probebetrieb mit aufzuzeichnenden Trendprotokollen nachgewiesen wird.



Solche Trendprotokolle sind in Form von vorgefertigten, schnell abrufbaren Wochen und Tagesbildern **ein kostengünstiges scharfes Analyse- und Kontrollinstrument**, wenn sie so übersichtlich und leicht interpretierbar gestaltet werden, wie in Marktoberdorf. Damit kann man innerhalb weniger Stunden das Verhalten der Anlage während des Probetriebs analysieren und eine Menge noch bestehender Mängel aufdecken bzw. Hinweise für notwendige weitergehende Überprüfungen erhalten - mit Ausnahme von Zugscheinungen. Da braucht man die Mithilfe der Nutzer.

Solche Trendprotokolle geben der Bauverwaltung eine **äußerst preiswerte Möglichkeit** an die Hand, die Komplexität der technischen Abnahmeprüfungen zu reduzieren sowie die Zielerreichung hinsichtlich des Raumluftkomforts zu überprüfen und sie geben den Nutzern die Möglichkeit, festzustellen, ob sie tatsächlich und vor allem dauerhaft den Komfort erhalten, der für sie geplant war.

Weil die Contractingfirma nach über drei Jahren vergeblichen Bemühens noch immer keine verwertbaren Trendprotokolle der geforderten Ausführung vorlegen konnte, hat die Bauverwaltung bei der Abnahme nur stichprobenweise geprüft, wie immer, und die Schule auch dieselbe Qualität erhalten wie immer. Mittlerweile liegen alle Trendprotokolle bis Juli 2017 vor, leicht abruf- und interpretierbar (www.energieteam-bvsg.de/berichte), sodass die bis zur Abnahme unentdeckten Mängel nun behoben werden können. Außerdem erhalten in Kürze auch Schüler und Lehrer der Pilotschule die Möglichkeit, jederzeit solche Trendkurven herunterzuladen und zwar aktuelle und bis eineinhalb Jahre zurückliegende Trendkurven.

6 Wie lautet die Frage?

Der Öffentliche Auftraggeber darf eine noch ausstehende Vergütung an den Auftragnehmer erst nach erfolgreicher Abnahmekontrolle auszahlen. Um die Kontrolle für komplexe technische Bauleistungen **bezahlbar** zu halten, wird nur stichprobenartig überprüft und im Übrigen darauf gesetzt, dass bei der Abnahme noch nicht entdeckte Mängel dann im Zuge der Gewährleistung kostenlos nachgebessert werden können. Wie das Projekt nachgewiesen hat, ist diese Vorgehensweise zwar bezahlbar, aber nicht zielführend und bei Schulen mit mechanischer Belüftung sogar zwangsläufig kontraproduktiv und für Schüler und Lehrer gesundheitsgefährdend. Daher ist die Frage zu beantworten:

Wie muss die Abnahmekontrolle bei Sanierungen oder Neubau von Schulen mit Belüftungsanlagen verbessert werden, damit **einfach und bezahlbar** überprüft werden kann, ob Schüler und Lehrer **in allen Räumen den geschuldeten Komfort gemäß Stand der Technik** erhalten?

Das Projekt hat diese Frage beantwortet. Es hat aufgezeigt, dass die Abnahmekontrolle ohne großen Aufwand und ohne wesentliche Zusatzkosten wie folgt zielführend gemacht werden kann:

- Ergänzung der technischen Abnahme durch eine **Funktionsprüfung an Hand von vorzulegenden Trendprotokollen eines Probetriebs**, wie sie für Marktoberdorf entwickelt wurden. Solche Trendkurven müssen bereits unmittelbar nach Einbau der Belüftungsanlagen sowohl für die Bauverwaltung als auch für Schüler und Lehrer abrufbar sein.
- **Vertraglich geregelte Einbeziehung der Schüler in das Mängelmanagement**. Diese zum kostengünstigen Erreichen der geschuldeten Behaglichkeit unerlässliche Maßnahme ist auf Grund schulrechtlicher Bestimmungen nur im Rahmen eines Umweltbildungsprojekts umsetzbar, was von der Schule für die Dauer eines Jahres die Einrichtung eines zweistündigen Wahlkurses AK-Energie erfordert.

Voraussetzung für beide Maßnahmen ist, dass die technische Abnahme den Nachweis eines erfolgreichen 100%- Datenpunkttests und einer erfolgreichen Kalibrierung aller Messfühler umfasst und zwar bereits **vor Bezug der Klassenräume**.



7 Dank

Bei der Bewertung der Projektbeobachtungen ist zu berücksichtigen, dass die Beobachtungen bei einem **Pilotprojekt** gemacht wurden. Die Erwartung an eine gute Pilotierung ist nicht, dass alles glatt läuft. Im Gegenteil: Die Erwartung ist, dass durch sie möglichst viele der Schwachstellen aufgedeckt werden, die bei einer späteren Anwendung der neuen Idee Probleme machen könnten. So ist das Ziel eines Forschungsberichts über ein Pilotverfahren nicht, Schuldige für entdeckte Mängel zu benennen, sondern die Mängel möglichst genau zu beschreiben und die tiefer liegenden Ursachen aufzuspüren, um daraus lernen zu können.

Mängel gibt es immer, bei einer Erprobung mehr als sonst. Deshalb gehört Mut dazu, sich auf ein Pilotprojekt einzulassen, von dem bekannt ist, dass seine Erkenntnisse veröffentlicht werden.

Das Projektteam bedankt sich beim Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus als Bauträger, der Bayerischen Staatsbauverwaltung, dem Gymnasium Marktoberdorf sowie der Contractingfirma für ihre Bereitschaft, an diesem Pilotprojekt teilzunehmen.



8 Quellennachweis und Anmerkungen

- /1/ www.energieteam-bvsg.de/projekt
- /2/ www.energieteam-bvsg.de/projekt →Umfrage
- /3/ Projektskizze : auf der Seite www.energieteam-bvsg.de/berichte;
Messergebnisse: auf der Seite www.energieteam-bvsg.de/projekt →Messaktion
- /4/ - Ergebnisbericht des Projektteams energie-AG über die Temperaturmessaktion an 30 Schulen im Rahmen des B.A.U.M.-Forschungs- und Umweltbildungsprojekts „Energieeinsparung an Schulen“ / Margit Fluch, Carolin Ernst, Markus Ernst, Sabine Sorger/ Vortrag am 12.05.2005 in öffentlicher Sitzung des Umweltausschusses im Bayerischen Landtag (www.energieteam-bvsg.de/projekt → Messaktion→Präsentation)
- Temperaturmessaktion an 70 Schulen; Bericht über die Arbeitsergebnisse des Projektteams energie-AG im Rahmen des B.A.U.M.-Forschungs- und Umweltbildungsprojekts „Energieeinsparung an Schulen“ / Margit Fluch, Sabine Sorger/ Vortrag am 9.03.2007 auf dem Workshop „Energieeffiziente Schulsanierung“ im Rahmen der High-Tech-Strategie der Bundesregierung (www.energieteam-bvsg.de/berichte)
- Tatort Heizung – Lauter Opfer, keine Täter – Energieeffizienz in öffentlichen Gebäuden am Beispiel Schule / Margit Fluch, Sabine Sorger/ Vortrag am 18.10.2007 im Bayerischen Landratsamt für Umwelt, Augsburg, auf der Fachtagung „Klimaschutz zuhause-CO2-Einsparung durch regenerative Energien und moderne Heiztechnik“ (www.energieteam-bvsg.de/berichte)
- Tatort Heizung – Lauter Opfer, keine Täter- Ergebnisbericht über eine Temperaturmessaktion an 70 Schulen / Margit Fluch, Sabine Sorger / Vortrag am 13.12.2007 auf der „2. Informationsveranstaltung für die Umwelt- und Energieberater/innen der Städte und Gemeinden des Landkreises München“ im Landratsamt München (www.energieteam-bvsg.de/berichte)
- Die Teamleiterin wurde für die Messaktion stellvertretend für das ganze Team 2005 mit der Bayerischen Verfassungsmedaille in Silber geehrt.
Das Projektteam energie-AG wurde für die Temperaturmessaktion mit dem E.O.N. – Umweltpreis 2006 und dem Bayerischen Energiepreis 2008 ausgezeichnet.
- /5/ Technisches Monitoring 2017, Technisches Monitoring als Instrument zur Qualitätssicherung, Empfehlung 135, aufgestellt und herausgegeben vom Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV), Berlin, August 2017
- /6/ www.energieteam-bvsg.de/projekt →Umfrage
- /7/ www.eneff-schule.de →Veranstaltungen →Stuttgart 2007 →Beispielprojekt „Energieeinsparung an Schulen“ in Bayern
- /8/ www.naerco.de
- /9/ J. Fütterer, T. Schild, D.Müller, *Gebäudeautomationssysteme in der Praxis*, Whitepaper RWTH-EBC 2017-001, Aachen, 2017, <http://dx.doi.org/10.18154/RWTH-2017-05671>.
Nach diesem Bericht über eine Umfrage des RWTH Aachen E.ON Energy Research Center schätzen 80% der Befragten den Anteil mangelbehafteter GA.Systeme auf 40-100 % ein



- /10/ Paul Waide ; WAIDE STRATEGIC EFFICIENCY (Hrsg.): The scope for energy and CO2 savings in the EU through the use of building automation technology: Final report, 10 August 2013. Nach dieser englischen Studie sind über 70% der GA-Systeme mangelbehaftet.
- /11/ Jürgen Lauber, Hans Kranz, Bernd Hanke; Gastbeitrag Werner Jensch, *BauWesen/BauUnwesen: Warum geht Bauen in Deutschland schief?* Verlag Jürgen Lauber, 2014
- /12/ Funktionalausschreibung Gebäudeautomation Marktoberdorf, Seite 7
- /13/ 13_Protokoll_Zukunftskonferenz_121119
- /14/ 14_naerco_Schreiben an Bauamt_130117 (Abnahmetermin)
- /15/ 15_Protokoll_runder-Tisch_121212.
- /16/ 16_Mail_Contractingfirma-an-Fluch_130116 (Ausgabefunktion_Ankündigung)
- /17/ 17_Mail_Contractingfirma-an-Fluch_130228 (Ausgabefunktion_Vorschlag)
- /18/ 18_Mail_Bauamt-an-Fluch_150508 (Information über Ausführungstermine)
- /19/ 19_Schreiben_naerco-an-Bauamt_130319 (Einspruch gegen die im Telefonat vom 13.03.2013 mitgeteilte Vorgehensweise einer Teilabnahme „unter Vorbehalt“ im Sommer 2013)
- /20/ 20_Mail_Bauamt-an-Fluch_130320. (Geplante Vorgehensweise ist alternativlos)
- /21/ 21_Telefonat_Stegmann-mit-Bauamt_130313 (Abnahme notfalls auch ohne Probetrieb)
- /22/ 22_Schreiben_naerco-an-StMUK_130409 (Die geplante Vorgehensweise widerspricht der Vorhabensbeschreibung zum B.A.U.M-Forschungsprojekt naerco und verletzt damit die Vereinbarung des Kooperationsvertrages zwischen B.A.U.M.e.V. und StMUK.)
- /23/ 23_Schreiben_Fluch-an-Contractingfirma_130528 (Die Behauptung der Contractingfirma, dass 80% aller 300 Fehlermeldungen substanzlos seien, ist nicht nachvollziehbar, deshalb nochmalige Aufforderung an die Firma, auf einer beigefügten Kopie der Meldeliste die Meldungen anzukreuzen, die angeblich „substanzlos“ gewesen sind.
Ergebnis: Die Contractingfirma kam der Aufforderung nicht nach, sie konnte keine „substanzlose Meldung“ benennen)
- /24/ 24_Schreiben_Bauamt-an-BAUM_130411 (Ausführliche Begründung der geplanten Vorgehensweise einer „Abnahme unter Vorbehalt“ im Sommer sowie eine Bewertung der Schülermeldungen „Von den ca. 300 Fehlermeldungen haben sich laut Fa. XXXX ca. 80% als nicht substantiell erwiesen. Bei insgesamt 47 Lüftungsanlagen sind etwa 60 verbleibende, echte Fehlermeldungen während einer Übergangsbauphase von 5 Monaten normal“)
- /25/ 25_Sensorprüfung (je eine Liste der HS Ulm zu Temperatur-und CO2-Sensoren mit festgestellten Abweichungen)
- /26/ 26_Sachstand_HL_Anlage2_Sitzungsprotokoll_130619
- /27/ 27_Sachstand_GLT_Anlage1_Sitzungsprotokoll_130619
- /28/ 28_Sitzungsprotokoll_130619



- /29/ 29_Kündigungsschreiben_AK-Energie_131213
- /30/ 30_Checkliste_Bauamt_131217 (noch fehlende Vertragsleistungen)
- /31/ 31_Besprechungsniederschrift_Krisensitzung_131218
- /32/ 32_Mail_Fluch-an-Contractingfirma_Probebetriebsvorlauf_140205
- /33/ 33_Gesprächsvermerk_OBB_zum-Ortstermin-Mod_150311
- /34/ 34_Protokoll_AK-Sitzung_140328
- /35/ 35_Mail_Ingenieurbüro-an-Bauamt_150508 (Informationen für die naerco Begleitforschung und das Umweltbildungsprojekt)
- /36/ 36_Checkliste-GA_Ingenieurbüro_150209 (Liste des bauüberwachenden Ingenieurbüros „zur Überprüfung der vertragsgemäßen Ausführung, übermittelt an die Teilnehmer der Besprechung in der OBB am 11.03.2015 als Vorbereitung)
- /37/ 37_Probebetriebsbescheinigung_160212
- /38/ 38_Protokoll_Besprechung-Ausgabefunktionen_160339
- /39/ 39_Abnahmebescheinigung-MSR_160426
- /40/ 40_In-Verzug-setzung-Gewerk-MSR-Monitoring_130128 (Grund: zu wenig Arbeitskräfte; Aufforderung: Fertigstellung 22.02.2013)
- /41/ 41_Sensorüberprüfung_CO2
- /42/ 42_Sensorüberprüfung_Raumtemperaturen
- /43/ 43_Probebetriebsbestätigung_160212
- /44/ 44_Mail_Contractingfirma-an-Fluch_140205
- /45/ 45_Besprechungsniederschrift_Krisensitzung_131218
- /46/ 46_Mail_Contractingfirma-an-Fluch_140228
- /47/ 47_Gesprächsvermerk_OBB_zum-Ortstermin-Mod_150311
- /48/ 48_Mail_Fluch-an-Bauamt_140214 (Betreff: Einspruch gegen die Behinderung des Umweltbildungsprojekts)
- /49/ 49_Gedächtnisprotokoll_Krisenbesprechung_OBB_141210 (1.Änderungsvereinbarung zum EC-Vertrag)
- /50/ 50_Mail_Bauamt-an-Stegmann_130610 (Ausgabefunktionen)
- /51/ 51_Schreiben_Fluch-an-Contractingfirma_130528



- /52/ 52_Auswertung_IREES-Befragung-Marktoberdorf_160926; (Grafik aus: Bewertung des alten Schulgebäudes und des neuen Schulgebäudes aus Sicht der Schülerschaft im Gymnasium Marktoberdorf, Seite 4)
- /53/ 53_Marktoberdorf_Drittbefragung-Räume (Exceltablelle, übermittelt von Dr. Anette Roser mit Mail vom 23.02.2017)
- /54/ 54_Fenster-Stellungnahme_Stephan_140712
- /55/ 55_Protokoll_Zukunftskonferenz_121119
- /56/ 56_Präsentation_AK-Energie
- /57/ 57_Infotafeln_AK-Energie
- /58/ 58_Mail_Stegmann-an-Contractingfirma_121206
- /59/ 59_Protokoll_runderTisch_121212
- /60/ 60_Mail_Bauamt-an-Stegmann_130610
- /61/ 61_Schreiben_Stegmann-an-Bauamt_131014 (dieses Schreiben hatte das Bauamt vom AK-Leiter erbeten, um die Contractingfirma mit konkreten Versäumnissen konfrontieren zu können)
- /62/ 62_Mail_Schulleiter-an-Contractingfirma_131205
- /63/ 63_Kündigungsschreiben_AK-Energie131213
- /64/ 64_Protokoll_runderTisch_121212
- /65/ 65_Protokoll_AK-Sitzung_140328
- /66/ www.eneff-schule.de →Veröffentlichungen → Gymnasium Marktoberdorf, Nachhaltige Heizungssanierung durch Erfolgscontracting, Abschlussbericht
- /67/ www.energieteam-bvsg.de/berichte →**Trendkurven wesentlicher Kenngrößen aller Räume der Pilotschule Marktoberdorf** in Tages- und Wochenbild
- /68/ www.energieteam-bvsg.de/berichte →**Fehlermeldungen der Pilotschule Marktoberdorf.** Exceltablelle mit allen Fehlermeldungen vom September 2012 bis Februar 2014. Um sie analysieren zu können, sind sie nach Eingang und nach Raum zu ordnen, ebenso nach verschiedenen Merkmalen, wie z.B. schlechte Luft, zu warm,
- /69/ 69_Mail_Stephan-an-Bauamt_130625 (Stellungnahme und Exceltablelle mit Berechnungen)
- /70/ Jürgen Roth, Tutzingener Stiftung zur Förderung der Umweltbildung, Laudatio anlässlich der Verleihung des Tutzingener Umweltpreises 2000 an die energie-AG, www.energieteam-bvsg.de → Berichte
- /71/ 71_Protokoll_Projektabschlussbesprechung_140802
- /72/ 72_Vortrag_AK-Energie_Zukunftskonferenz_121119



/73/ 73_Jahresberichtsartikel 2012_AK-Energie

/74/ 73_Vortrag_AK-Energie_Abschlusstreffen-Energiemanager-2014

/75/ 75_AK-Präsentation_China



Anhang

Das Umweltbildungsprojekt Energiepartnerschaft

Ein Forschungsprojekt des Bundesdeutschen Arbeitskreises für
Umweltbewusstes Management (B.A.U.M.) e.V., Hamburg
in Kooperation mit dem Freistaat Bayern
Unterauftrag im Begleitforschungsvorhaben „EnEff-Schulen Phase 2“
(F+E Vertrag Nr. 003-421855)
Projektleitung: OStRin a.D. Margit Fluch
Pädagogische Leitung: Prof. Dr. Olaf-Axel Burow
Projektlaufzeit: 01.01.2012 – 31.07.2017
Projektförderung: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
vom 01.01.2012 – 31.08.2015 mit 119.584,34 €

Gefördert durch das



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

auf Grund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Herausgeber B.A.U.M.e.V.
Bundesgeschäftsstelle
Osterstraße 58
20259 Hamburg
Tel 040/4907-1100
Fax 040/4907-1199
E-Mail: info@baumev.de
Internet: www.baumev.de

Kontakt und weitere Informationen
margit.fluch@baumev.de
www.energieteam-bvsg.de
www.naerco.de

Die Projektmitglieder



Margit Fluch, OStRin a.D.

Planung und Projektleitung

Werdegang

Studium der Fächer Mathematik und Physik an der Universität München und der Technischen Hochschule München (Wiss. Prüfung 1967)

Staatsexamen für das höhere Lehramt an Gymnasien (1969)

Unterrichtstätigkeit in den Klassen 5-13 in München/Marktoberdorf/Helsinki/Neu-Ulm

Umweltbildungsarbeit als Leiterin der energie-AG (seit 1998)

Projektleiterin mehrerer Projekte

Weiterqualifizierung in Versorgungstechnik durch finanzielle Unterstützung der VRD-Energie-Stiftung parallel zur Umweltbildungsarbeit mit der energie-AG (seit 2001)

Umweltbildungsarbeit mit der energie-AG

Gründung der energie-AG als zweistündiger Physikwahlkurs zwecks Teilnahme an einem Energiesparwettbewerb. In Weiterverfolgung der dabei gewonnenen Erkenntnisse über die mangelhafte Effizienz von Schulheizungssanierungen entwickelte sich daraus eine umfangreiche, zielgerichtete Projektarbeit zusammen mit der energie-AG. Das Bestreben der energie-AG war, ein Forschungsprojekt zu initiieren, das ihren Lösungsgedanken „Erfolgscontracting“ für eine nachhaltigere Sanierungspraxis zur Praxisreife bringt.

Durchgeführte Projekte

- „*Handlungsorientierte Umweltbildung bei Heizungssanierungen von Schulen und Energiesparprogrammen von Schulen*“ Umweltbildungsprojekt mit der energie-AG am Bertha-von-Suttner-Gymnasium Neu-Ulm (2002-2004).
Gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) mit 58.000 €
Projekträger: Förderverein des Bertha-von-Suttner-Gymnasiums
- „*Energieeinsparung an Schulen*“, Umweltbildungs- und Forschungsprojekt des Projektteams energie-AG (2004-2006)
gefördert von der VRD-Energiestiftung mit 48.000€
Projekträger B.A.U.M.e.V.
- „*Realisierung von Einsparpotenzialen bei Heizungssanierungen öffentlicher Gebäude unter besonderer Berücksichtigung von Schulen und den in Verbindung mit Energiesparaktivitäten möglichen Bildungsprozessen*“.
Vorstudie zum B.A.U.M.-Forschungsprojekt „Nachhaltige Heizungssanierung durch Erfolgscontracting“ (2001-2006)
Gefördert von der VRD-Energiestiftung mit 125.500€
Projekträger: 2001-2004:Ulmer Initiativkreis für Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung e.V (unw); 2004-2006: B.A.U.M.e.V.
- Ausarbeitung eines genehmigungsfähigen Antrages für das B.A.U.M.-Forschungsprojekt naerco (2006-2007)
Gefördert durch die VRD-Energiestiftung mit 30.000€
Projekträger: B.A.U.M.e.V.
- Stellvertretende Projektleitung (inhaltliche Koordination, Risikomanagement)
Bundesforschungsprojekt „naerco (Nachhaltige Heizungssanierung durch Erfolgscontracting“, ein Forschungsverbund unter Leitung von Prof. Dr. Maximilian Gege, B.A.U.M.e.V. (2007-2012)
Projekträger B.A.U.M.e.V.
Gefördert vom BMWi mit 1,5 Mio €

Projektteam Energie-AG

Planung und Projektassistenz

Entwicklung der energie-AG:

Gründung als Schülerarbeitsgemeinschaft „energie-AG“ am Bertha-von-Suttner-Gymnasium Neu-Ulm durch Frau OstRin Margit Fluch anlässlich eines Energiesparwettbewerbes im Landkreis Neu-Ulm (1998). Nach Schulabschluss der Mitglieder Weiterführung der Arbeit als Projektteam energie-AG (seit 2004).

Ausgezeichnet u.a. mit dem Preis der Tutzingener Stiftung zur Förderung der Umweltbildung (2000), E.ON-Umweltpreis 2006, Bayerischer Energiepreis 2008



Aktivitäten und Projekte

- Projekt „Solarschule Bertha-von-Suttner-Gymnasium mit Bau eines Solarhauses (1999-2001)
- Durchführung einer bayernweiten Umfrage (2001-2003) sowie einer Messaktion an 70 Schulen (B.A.U.M.-Umweltbildungs- und Forschungsprojekt „Energieeinsparung an Schulen“, 2004-2006), um empirisch nachzuweisen, dass Sanierungen von Heizungsanlagen in Schulen nicht den gewünschten Erfolg bringen
- Organisation von drei Fachtagungen für Lehrer von Energiesparschulen:
„Stoßen wir an Grenzen des Energiesparens? (2003)“, „Energiesparen als Bildungsauftrag“ (2004) und „Billig, aber teuer erkaufte, oder wirkliches Energiesparen?“ (2005)
- Aktive Pressearbeit (50 Zeitungsartikel) und Vorträge im Kreistag Neu-Ulm (1999) sowie im Bayerischen Landtag (2000, 2002, 2005)
- Projektassistenz im B.A.U.M. Forschungsprojekt NAERCO im Modul Kommunikation (2007-2012)

Dr. Carolin Ernst, Dipl.- Kauffrau

Mitglied der energie-AG (seit 2000)

Studium der Betriebswirtschaftslehre und der politischen Wissenschaften an der Universität in Erlangen-Nürnberg und am Institut d'Etudes Politiques Straßburg (2003-2008)

Wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin am Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Steuerlehre, Universität Erlangen-Nürnberg (Prof. Dr. W. Scheffler) (2008-2012)

Verschiedene Positionen bei DATEV eG, zuletzt Teamleiterin Qualitätsmanagement/ Pilotphasen (seit 2012)



Dr. Markus Ernst, Dipl.-Wirtsch.- Ing.

Mitglied der energie-AG (seit 1999)

Studium des Wirtschaftsingenieurwesens an der Universität Erlangen-Nürnberg (2003-2009)

Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand am Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Industrial Management an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (Prof. Dr. K.-I. Voigt) (2009-2013)

Verschiedene Positionen bei der LEONI Bordnetz-Systeme, zuletzt Teamleiter Innovation, Management und Patent Management (seit 2013)



Sabine Sorger, Dipl.- Phys.

Mitglied der energie-AG (seit 1998)

Studium der Physik an der Universität Heidelberg (2004-2010)

Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bereich Softwareentwicklung am Universitätsklinikum Ulm (2013-2016)

Softwareentwicklerin bei der FANMation GmbH Neu-Ulm (seit 2016)



Prof. Dr. Olaf-Axel Burow

Lehrstuhl Allgemeine Pädagogik
Universität Kassel

Pädagogische Leitung

Schwerpunkte der Lehrtätigkeit

Einführung in die Allgemeine Pädagogik, in Theorien und Methoden der Erziehungswissenschaft
Humanistische Psychologie bzw. Pädagogik unter besonderer Berücksichtigung der Gestaltpädagogik

Theorien und Methoden der Kreativitätsförderung, Theorie Kreativer Felder.

Verfahren der selbstorganisierenden Arbeit mit großen Gruppen bzw. der Organisationsentwicklung: Zukunftswerkstätten, Zukunftskonferenzen, Open-Space-Technology, Dialog-Methode
"Prinzipien erfolgreicher Erziehung"

Besondere Begabungen, Social Entrepreneurship

Schwerpunkte der Forschung

Kreative Felder

Evaluation und Weiterentwicklung von Verfahren der Zukunftsmoderation

Humanistische Pädagogik

Buchveröffentlichungen (Auswahl)

- Burow Olaf-Axel (2015): **Team-Flow –Gemeinsam wachsen im Kreativen Feld**, Beltz-Verlag Weinheim
- Burow Olaf-Axel (2011): **Positive Pädagogik. Sieben Wege zu Lernfreude und Schulglück**, Verlag Belz
- O.A.Burow, S. Marschall, D.Schulte, N.Taubken (2006). **Großgruppenveranstaltung in der politischen Bildung**. Herausgegeben von der Bundeszentrale für politische Bildung. Konzept und Redaktion Heino Gröf, Bonn: bpb.
- Olaf-Axel Burow, Bettina Pauli (2006) **Ganztagsschule entwickeln Von der Unterrichtsanstalt zum Kreativen Feld**
- Burow & Hinz (2005) **Die Organisation als Kreatives Feld**
Evolutionäre Personal- und Organisationsentwicklung
- Burow O.A. (2003) **Prinzipien erfolgreicher Erziehung. Einführung in pädagogisches Denken und Handeln**. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Burow, O.A. (2000). **Ich bin gut – wir sind besser. Erfolgsmodelle kreativer Gruppen**. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Burow, O.A. (1999) **Die Individualisierungsfalle: Kreativität gibt es nur im Plural**. Stuttgart: Klett-Cotta
- Burow & Renner (1993) **Zukunftswerkstatt: Denken und Handeln für ein ökologisches Europa**, Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung

Veröffentlichungen in Sammelwerken (Auswahl)

- Olaf-Axel Burow (2008). **Schul- und Unterrichtsentwicklung nach der Theorie des Kreativen Feldes**. Vortrag am 20.9.2008 bei der KARG-Stiftung für Hochbegabtenförderung Braunschweig.
- Olaf-Axel Burow(2008): **Partizipation als unterschätzte Ressource der Ganztagsschulentwicklung - Theoretischer Hintergrund und praktische Verfahren**. In: Deutsche Kinder- und Jugendstiftung DKJS (2008). **Mitwirkung! Ganztagsschulentwicklung als partizipatives Projekt**; Themenheft 10. Berlin
- Olaf-Axel Burow (2008) **Zukunftskonferenz**, in Kerstin N. (Hg.) **Politische Beteiligung. Einführung in dialogorientierte Bürgergesellschaft und Demokratie**, S 181-194, Wiesbaden, VS-Verlag



Heinz-Peter Lahaye

Kommunikationsdesign

Werdegang

Grafikstudium in Düsseldorf

Tätigkeit im Büro Aicher
Bürogründung (1980)

Gründung unw e.V. (1993)
Gründung Forum für Entwerfen
e.V. (1994)

Tätigkeitsschwerpunkte

- Im Büro Aicher beteiligt an den Projektarbeiten für das Erscheinungsbild der Robert Bosch AG, dem Landeserscheinungsbild LandHessen und dem Erscheinungsbild der europäischen Sozialdemokraten bei den Europawahlen 1979.
- Mehrere Landesausstellungen für das Land Hessen: Heilige Elisabeth, Brüder Grimm, Georg Büchner und andere Arbeiten.
- Gesamtgrafische Ausstattung des Museums Technik und Arbeit in Mannheim. Kataloge, Prospekte, Buchgestaltungen für Verlage, Landesmuseum Baden-Württemberg und das Land Baden-Württemberg.
- Imagebroschüren u.a. für IHK Augsburg und Gardena.
- Seit Gründung des unw (Ulmer Initiativkreis für Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung e.V.) im Vorstand des unw (www.unw-ulm.de)
- Seit Gründung des „Forum für Entwerfen e.V.“ (Initiative für gebrauchsbasierte Gestaltung und gestaltungsrelevante Wissenschaften) im Vorstand, von 1995 bis 2004 Vorsitzender des Vorstands. Unter anderem Mitherausgeber des Buches „Marke Deutschland“ im Hantje Cantz Verlag
- Ausstellungsgestaltung, Drucksachen und Öffentlichkeitsarbeit für die Landesausstellung „Der Eisatzgruppenprozess 1958“ und „Mythos Rommel“ im Haus der Geschichte Baden-Württemberg, Stuttgart
- An den Umweltbildungsprojekten der energie-AG und der Projektentwicklung naerco beteiligt seit 2001
- Leitung des Moduls Kommunikation im Forschungsprojekt naerco



Dr. Martin Fluch

Senior Software-Entwickler

Werdegang

Studium der Mathematik an der Universität Heidelberg und Helsinki mit den Nebenfächern Informatik und Physik. Promotion im Fach Mathematik an der Universität Southampton (2011).

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Mathematischen Institut der Universität Bielefeld.

Entwickler bei MATHEMA Software GmbH (seit 2015)

Mitarbeit im Projektteam energie-AG

- Beratung von Projektleitung und AK-Energie in IT-Fragen (seit 2014).
- Unterstützung des AK-Energie bei der Organisation der csv- Daten des Probetriebs März 2014 aus den mittels PHA-Tool erzeugten Grafiken
- Damit Erstellung von Trendcharts zum Probetrieb nach Vorgaben des AK-Energie.
- Anforderungsmanagement für die vertraglich geschuldete Visualisierungssoftware (Die dafür in der Funktionalausschreibung GA gewählte Leistungsbeschreibung: „vorgefertigte Bilder für die Prozessdaten der Einzelraumregelung in Wochen- und Tagesbildern“ war für die Beauftragung einer Softwarefirma nicht verwertbar) (2016)
- Programmierung einer Dateistruktur für die von der Contractingfirma 2016 und 2017 übermittelten Prozessdaten
- Programmierung von schnell abrufbaren, ausdrucksfähigen und leicht interpretierbaren Trendcharts der wesentlichen Kenngrößen der Einzelraumregelung in Form von Wochen- und Tagesbildern aller Räume für die Zeit von Februar 2013 bis Juli 2017 (2016, 2017)

Fachwissenschaftliche Beratung

Jensch Werner, Prof. Dr.-Ing.

Hochschule München;
Mitglied der Geschäftsführung ASSMANN BERATEN + PLANEN, München;
BMW-Begleitforschung Energieeffiziente Schulen

Lindemann Gunther, Dipl.-Ing (FH)

Hochschule Ulm
Forschungsprojekt naerco

Mosecker Klaus-Christoph, Dipl.-Ing.,

Emax Ingenieurdienstleistungen, Hamburg;
Forschungsprojekt naerco

Petz Alexander, Dipl.-Ing.,

Forschungsprojekt naerco

Reiß Johann, Dipl.-Ing.

Fraunhofer Institut für Bauphysik, Stuttgart,
stellv. Abteilungsleiter Energieeffizienz und Raumklima
Gruppenleiter Evaluierung und Demonstration;
BMW-Begleitforschung Energieeffiziente Schulen

Schoof Peter, Dipl.-Ing.

Geschäftsführer der Schoof Gebäudeelektronik, Berlin

Stephan Wolfram, Prof. Dr. -Ing.,

Georg-Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg,
Forschungsprojekt naerco