

## Kurs 6 – TheoPrax Projektarbeit mit Ernstcharakter



### Unsere Teams

IZEL GEDIZ, HELENE LÜNSER, ALENA EBERSPÄCHER, SVEN SEITZ

#### Team Flash

Team FLASH – das sind: Leonard, Alena, Sven und Helene. Unseren Teamnamen leiteten wir aus unseren Anfangsbuchstaben ab: Wir sind nicht LAScH, sondern wie das englische Wort für Blitz – flash – schnell und energiegeladen.

Das traf jetzt nicht nur auf unsere Arbeit zu, sondern mindestens genauso auf unsere Diskussionsfreude . . .

Und das sind wir im Einzelnen:

**Alena Eberspächer** Lockerheit bei der Abschlusspräsentation? Für Alena kein Problem! Fast wie ein guter Krimi, zog sie das Publikum in ihren Bann.

**Helene Lünser** Während andere noch „keinen Plan“ hatten, packte Helene die Aufgaben sofort an.

**Sven Seitz** Unser Moderator Nummer 1 – und das nicht nur im Kurs und unter den drei Teams, sondern auch beim „Börgfest“.

**Leonard Wölfl** Hilfe, der Computer verreckt gerade! Naja, zum Glück gibt es ja Leonard, unseren Computercrack, der auch im größten .pptx-, .docx- und was auch immer für ein x-Chaos den Überblick behält.

## Team Burn

Wir, Team Burn, das sind: Eve, Vivienne und Franziska. Am Eröffnungswochenende noch zu viert, mussten wir in der Sommerakademie den Ausfall unseres vierten Teammitgliedes Gion wortwörtlich verarbeiten. Doch alles kein Problem, wir drei Mädchen konnten das gut meistern.

Wir waren wie ein Schwelbrand: unauffällig und trotzdem nicht zu unterschätzen. Manchmal waren wir vielleicht etwas still, sodass sich schon mancher um uns sorgte, was sich allerdings als unbegründet herausstellte ...

Unsere Mitglieder:

**Vivienne Leidel** Das Publikum bei einer Präsentation zum Lachen bringen zu wollen, kann schon mal in die Hose gehen. Nicht so bei Vivienne – durch sie bekam die Präsentation den letzten Schliff.

**Franziska Kaiser** In der Ruhe liegt die Kraft! Und diese Ruhe hat sie stets auf uns übertragen.

**Eve Ardizzone** Ein originaler Scherzkeks, der die Arbeit immer mit Humor anging.

## Team Genius

„Bildet Teams, die sich gut ergänzen“, aber wie? Bei uns klappte dies sehr gut, denn während Jannis, Paul und Nico vor Ideen und Tatendrang sprudelten, übernahm Izel mehr die Koordination.

Durch eine gute Aufteilung arbeiteten wir die zu bewältigenden Aufgaben konstruktiv ab.

Alle kamen gut miteinander aus, sodass bald ein einheitlich arbeitendes Team entstand.

Das sind wir:

**Nico Bartelt** So langsam „kein Bock“ mehr? Nicht Nico! Er stellte sich jeder Herausforderung, und wenn es noch so viel Zeit in Anspruch nahm.

**Jannis Rautenstrauch** „Und wer sägt jetzt die Isoplan-Platte?“ „Ich kann das machen“, Jannis war bei jeder Aufgabe sofort Feuer und Flamme.

**Paul Weiske** Ist Phenolharzschaum eigentlich giftig? Nicht verzagen, Paul fragen: denn der wusste wegen seinen umfangreichen Recherchen über alles Bescheid.

**Izel Gediz** Izel, unsere Künstlerin, die immer wieder und besonders beim Verschönern unseres TheoPrax-Plakates ihre Kreativität zum Ausdruck brachte.



TheoPrax beim Spielen, „Spiderman“ ist nichts gegen uns!

## Unsere Kursleiterinnen

**Dörthe Krause** Besser bekannt als die Mutter von TheoPrax, war sie es, die stets ein Beispiel parat hatte, sodass schließlich jeder das zu Lernende „checkte“. Und auch wenn sie immer und immer wieder Kritik übte – und wir meinen wirklich immer – war es nie böse gemeint, sondern eine Hilfe für uns.

**Monika Jakob** „Wie ging das jetzt noch mal mit der Reaktion beim Aufschäumen des Brandschutzlacks?“ Selbst beim hunderten Nachfragen erklärte Monika solche Din-

ge ruhig und ganz l-a-n-g-s-a-m. Bei Problemen jeglicher Art konnte man auf sie zukommen.

**Philipp Merkle** Philipp stand uns immer mit Rat und Tat zur Seite, versorgte uns mit Keksen und „heiterte“ uns ständig mit seinem Humor – welcher Humor eigentlich? – auf. Dank seines genialen Aufwärmtrainings gingen wir beim Sportfest erstmals mit einem 4. Platz in die Geschichte ein.

## TheoPrax Kurs – Was ist das?

ALENA EBERSPÄCHER, EVE  
ARDIZZONE; IZEL GEDIZ

Was bedeutet eigentlich TheoPrax und was macht man in diesem Kurs? Diese Frage wurde während der Akademie öfters von anderen „Nicht-TheoPraxlern“ gestellt.

Unser Kurs wurde immer bei Auflockerungsspielen gesichtet, was vielleicht den irreführenden Eindruck vermittelte, wir hätten nichts zu tun gehabt ...

Das möchten wir hiermit widerlegen! Denn TheoPrax ist eine Lehr-Lern-Methode, die Projektarbeit mit Ernstcharakter beinhaltet. Das heißt, die Themen finden in der Realität Anwendung. Kernpunkt eines TheoPrax Projekts ist das Angebots-Auftrags-Verhältnis, was bedeutet, dass es einen externen Auftraggeber gibt. Wie der Name bereits verrät, verbindet TheoPrax Theorie und Praxis miteinander. Das bedeutet, während des Kurses wurden wir immer wieder mit Theorieeinheiten konfrontiert, die wir direkt in der Praxis anwenden konnten. Zum Beispiel wurde uns Projektmanagement vermittelt und wir erhielten Fachwissen zu unserem Projektthema. Anders als beim alleinigen Frontalunterricht, der oft in der Schule angewandt wird und bei dem die Schüler zum reinen Zuhören verdammt sind, fanden in unserem Kurs zwar auch Theorieeinheiten, aber ebenso viele Praxiseinheiten statt, in denen wir das gelernte Wissen gleich umsetzen konnten. Unsere Kursleiter waren dabei eher Begleiter durch das Projekt und ebenso Mitlernende ... Natürlich hatten sie auch andere „wichtige“ Funktionen wie beispielsweise die Versorgung der „TheoPraxler“ mit Süßem.

TheoPrax-Themen befassen sich mit Aufgabstellungen aus der Forschung und Entwicklung.

In unserem Fall lautete das Thema: „Wirkung von Innenisolatoren in brandschutzbeschichteten Metallkisten“. Das Thema kam von dem Wissenschaftler Herrn Dr. Gettwert vom Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT) in Pfinztal. Wie bei TheoPrax üblich, mussten wir ein Angebot über unsere geplante Arbeit formulieren, bevor die Projektarbeit beginnen konnte. Im Angebot formulierten wir das Projektziel, unsere geplanten Projektergebnisse, den Zeit- und Kostenplan. Wir waren alle froh, als nach nur wenigen Verbesserungswünschen durch Herrn Dr. Gettwert der Auftrag für unser Projekt kam.

Wie ging es dann weiter? Es gab natürlich viele Theorieeinheiten, die wir über uns ergehen lassen mussten, viele oftmals zu wiederholende Messreihen, eine Präsentation für die anderen Akademieteilnehmer – die Rotation –, weitere Messreihen, wieder Theorieeinheiten, unseren Abschlussbericht und schlussendlich unsere Abschlusspräsentation ... Auf Grund der Unterteilung unserer Gruppe in drei verschiedene Teams galt es gut abzusprechen, wer wann ins Labor durfte und wer welchen Job zu übernehmen hatte. Die Theorie, die wir zwischendurch absolvierten, half uns immer wieder, diese Aufgaben gut in der zur Verfügung stehenden Zeit zu erledigen.

Friede, Freude, Eierkuchen? Tja, im Nachhinein auf jeden Fall, aber während der Akademie gab es schon so die ein oder andere Stresssituation ... Insgesamt nahmen alleine die aufgetretenen Probleme bei unserer Präsentation vier PowerPoint Folien ein, dazu aber später mehr. Fraglich bleibt, ob wir ohne einen Zeitplan rechtzeitig fertig geworden wären, denn manche Kleinigkeiten (oder „Größigkeiten“) benötigten mehr Zeit als vorgesehen. Beispielsweise traten bei unseren Messungen Probleme auf, weshalb diese zum Teil wiederholt werden mussten. Philipp, Dörthe und Monika mussten uns immer wieder ordentlich antreiben, damit wir „auf die Tube drückten“, um rechtzeitig mit Allem fertig zu werden. Schlussendlich erreichten wir das Ziel, schlossen also das Projekt erfolgreich ab. Für die Zukunft können wir

aus diesen Erfahrungen einiges mitnehmen und obwohl sicherlich des Öfteren bei dem ein oder anderen von uns der Stress-Schweiß ausbrach, hat uns dieses Projekt viel Spaß gemacht.

## Das Eröffnungswochenende

VIVIENNE LEIDEL, NICO BARTELT

Wir traten in die Tür des Kursraums und uns war die Nervosität ins Gesicht geschrieben.

Voller Vorfreude, voller Neugier, aber auch voller Skepsis, Anspannung und Aufregung begann am ersten Tag unser Kurs. Dörthe und Monika sowie unser Schülermentor Philipp stellten uns „Willy“ und seinen Club vor – nichts weiter – einfach nur „Willy“ und seinen Club: „Hast du vorhin Willy gesehen?“ – „Ja, beim Tischtennispielen!“ „Das wundert mich überhaupt nicht, denn Tischtennis mag er sehr. Er mag generell alles auf der Welt, was mit Bällen zu tun hat.“

Wir Kursteilnehmer fragten uns, ob wir hier überhaupt richtig waren, nämlich im Kurs namens „TheoPrax“, wo wir doch was lernen wollten – oder ob wir bei ein paar Fremden in einer Unterhaltungsrunde gelandet waren. Ja, man muss sagen, dass der Willy eine seltsame – nein eine außergewöhnliche – Rolle bei TheoPrax spielt. Willy hat uns immer begleitet bis – ja bis endlich alle kapiert hatten, was es mit Willy auf sich hatte. Und das hat gedauert – bis zum letzten Wochenende (aber wir verraten es an dieser Stelle nicht, damit die nächsten TheoPraxler noch nachdenken müssen, um „dazu zu gehören“).

Am Eröffnungswochenende sammelten wir uns in Kleingruppen und bildeten drei Teams. Dabei versuchten wir uns so zusammensetzen, dass sich unsere Stärken und Schwächen ausglich. Einer der größten Themenblöcke bei dem Eröffnungswochenende war das Erarbeiten von Präsentations- und Auftrittstechniken. Wie steht man vor den Zuhörern, wie können wir Blickkontakt aufbauen, wo gehören die Hände hin usw.

Herr Dr. Gettwert, unser zukünftiger Auftraggeber vom Fraunhofer Institut für Chemische Technologie, erklärte uns das Projektthema

und die Schwerpunkte der zukünftigen Arbeit.

Am Ende des Wochenendes teilten wir die notwendigen Arbeiten bis zum Exkursionstag ein, wie zum Beispiel Recherche oder Versuchsaufbau.

Nach nicht allzu langer Zeit kamen wir wieder zusammen, denn wir verbrachten einen ganzen Tag am Fraunhofer Institut für Chemische Technologie in Pfnztal.

## Exkursion zum Fraunhofer ICT

FRANZISKA KAISER

Fünf Uhr: Aufstehen! Noch früher als für die Schule! Macht das jemand freiwillig? Ja, denn am 18. Juli ging es für uns „TheoPrax-Kursler“ zur Exkursion ans Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT) in Pfnztal. Für diejenigen, die am anderen Ende von Baden-Württemberg wohnen, begann der Tag teils mit einer dreieinhalbstündigen Zugfahrt und somit morgens um fünf Uhr.

Aber obwohl die Teilnehmer aus allen Ecken des Landes anreisten, schafften es alle pünktlich ins ICT. Die einen außer Atem, weil sie den Berg bis zum Institut hochgeschnauft waren, die anderen topfit, weil sie von einem der Autofahrer, die ins Institut wollten, mitgenommen wurden. Für alle gab es dann aber erst mal Kekse zur Stärkung und ein freudiges Wiedersehen mit allen „TheoPraxlern“.

Nach einer kurzen Begrüßung durch Dörthe und Monika lüftete unser Schülermentor Philipp endlich das Geheimnis „Was ist TheoPrax?“. Wir bekamen eine Einführung, was TheoPrax alles beinhaltet und an Hand von verschiedenen früheren TheoPrax-Projekten auch einen Einblick, was dabei alles entstehen kann, wie zum Beispiel ein eigener „TheoPrax-Saft“, der mittlerweile im Handel erhältlich ist.

Um zu unserem Thema „Untersuchungen verschiedener Materialien zur Innenisolation bei intumeszenzbeschichteten Metallkisten“ nähere Informationen zu erhalten, bekamen wir eine Einführung in das Thema Kunststoffe und Polymerschäume durch Prof. Dr. Peter Eyerer. Als Innenisolationsstoff für unsere Kiste hatten



Kunststoffe den Vorteil, wärmeisolierend und preiswert zu sein.

Jedoch lernten wir auch, dass sich nicht alle Kunststoffe gleichermaßen eignen. Diese Informationen waren vor allem bei der Recherche nach Innenisulationsmaterialien sehr hilfreich. Um eine genauere Vorstellung über die Versuche, die wir im Sommer selbst durchführen sollten, zu bekommen, besichtigten wir anschließend ein Labor der Arbeitsgruppe von Herrn Dr. Volker Gettwert, unserem zukünftigen Auftraggeber. Hier sahen wir das erste Mal den groben Versuchsaufbau und konnten bei einer Beflammung zusehen. Wir bekamen auch die ersten Kniffe eines Datenloggers und der Temperaturlaufzeichnung gezeigt.

Langsam nahmen die Vorstellungen über unsere Arbeiten in der Sommerakademie Gestalt an. Als kleines Geschenk gab es noch eine „Brandenschutzbeschichtung für die Haut“ – eine Sonnencreme. Ideal für die nahenden Sommerferien!

Nach einem leckeren Mittagessen mit mannigfaltig belegten Brötchen, ging es auch gleich weiter mit einer Vorstellung des Fraunhofer ICTs durch Herrn Marioth. Das Fraunhofer Institut betreibt angewandte Forschung und muss sich somit größtenteils durch Aufträge aus der Wirtschaft finanzieren. Wer wusste schon, dass auch der MP3-Player eine Erfindung eines Fraunhofer Instituts ist? Am ICT wird in den Bereichen Automobil und Verkehr, Chemie und Verfahrenstechnik, Energie und Umwelt, Verteidigung, sowie Sicherheit, Luft- und Raumfahrt geforscht.

Nach all diesen neuen Erkenntnissen konnten wir jetzt auch die Arbeiten, die bis zum Sommer noch anstanden, besprechen und aufteilen. So musste z. B. über mögliche Isolationsmaterialien recherchiert und ein Versuchsaufbau geplant und skizziert werden. Die Aufgaben wurden unter uns Teilnehmern aufgeteilt, so dass jeder wusste was noch zu tun war.

In den dreieinhalb Stunden Zugfahrt nach Hause blieb dann noch genug Zeit, um ein Fazit über diesen Tag zu ziehen: Das frühe Aufstehen hatte sich gelohnt! Es war ein erlebnisreicher und informativer Tag, der uns bei unserer Projektarbeit in der Zeit der Sommerakademie sehr

viel weitergebracht hat. Da lässt sich nur noch sagen: Danke an alle Beteiligten!

## Was wir alles gemacht haben . . .

FRANZISKA KAISER, EVE ARDIZZONE;  
IZEL GEDIZ, NICO BARTELT

Durch das Eröffnungswochenende und unseren Besuch im Fraunhofer ICT neugierig geworden, starteten wir voller Spannung in unsere zwei Wochen Science Academy.

Bevor es überhaupt mit unserem Projekt losgehen konnte, mussten wir erst einmal ein Angebot schreiben. Denn auch für uns galt: „Kein Projekt ohne Auftrag und kein Auftrag ohne Angebot!“.

Als wir dann schlussendlich mit dem Auftrag den Startschuss erhielten, begann unsere eigentliche Kursarbeit.

Unsere Arbeiten im Kurs enthielten ebenso viele theoretische wie praktische Teile.

Das Positive und Spannende war, was auch diesen Kurs von den anderen so stark unterschied und im Namen „TheoPrax“ bereits enthalten ist, dass wir unsere gelernte Theorie unverzüglich in der Praxis anwenden konnten. Wir absolvierten so zum Beispiel mehrere Lernmodule zu außerfachlichen Kompetenzen, die uns in der praktischen Kursarbeit enorm weiterhalfen.

Wir lernten zum Beispiel einiges zur „Ganzheitlichen Betrachtung“ und zum Projektmanagement, aber auch zur Kreativität. Einfache kreativitätssteigernde Übungen wie die Kopfstandmethode, bei der wir die umgekehrte Fragestellung betrachteten oder die Reizwortmethode, bei der wir wild mit Begriffen um uns schmissen, halfen uns vor allem bei der Präsentationsarbeit sehr weiter.

Und dann gab es da ja noch den eigentlichen praktischen Teil: Versuche, Referenztests, Messungen, Auswertungen, noch mal Messungen, Nachbesserungen, Interpretation der Messungen . . . und natürlich wieder Messungen.

Dafür brauchten wir selbstverständlich jede Menge Nervennahrung, für die immer gesorgt war, so hatten wir neben Tee haufenweise Gummibärchen, Kekse und Lollis zur Verfügung.

Zur Mitte der Akademie stand die Rotation an, eine kleine Präsentation über unsere Kursinhalte, für die Teilnehmer der anderen Akademiekurse. Das bedeutete, zu den eigentlichen Kursarbeiten auch noch Rotationsvorbereitungen ... also noch mehr Stress.

Zu unserem Glück ist der TheoPrax-Kurs für seine lustigen Auflockerungsspiele berühmt. So verbrachten wir unsere Zeit zwischen den Arbeiten zum Beispiel mit dem Prinzessinnenspiel, einer ausgefallenen Abwandlung des Schere-Stein-Papier-Spiels. Schließlich funktioniert das Spiel nicht, wenn immer alle Prinzessin sein wollen.

Außerdem schrieben wir in diesem Jahr mit unserem TheoPrax-Kurs Geschichte, als wir, als erste von TheoPrax, den legendären vierten Platz beim Sportfest erreichten (bisher wurde TheoPrax immer letzter!).

Bald war schon das Ende unserer zwei Wochen in Sicht und damit näherten wir uns der gefürchteten Abschlusspräsentation. Während noch letzte Versuche liefen, bereiteten schon manche die Präsentation vor und andere schrieben unseren Abschlussbericht. Mit unseren neu erlangten Kreativitätskompetenzen suchten wir nach einem kräftigen „Peng!“ für die Einleitung unserer Präsentation, während der Stresspegel nebenher weiter anstieg.

Aber wir wären ja keine wahren „TheoPraxler“, wenn wir nicht auch diese Hürde mit Humor gemeistert hätten.

Nach einer gelungenen Präsentation konnten wir stolz unseren Abschlussbericht mit wirklich guten Ergebnissen (!) unserem Auftraggeber Herrn Dr. Gettwert überreichen.

Puh! Geschafft! Damit schlossen wir unser Projekt erfolgreich ab.

Hier ein paar Kostproben von dem, was wir in unseren zwei erlebnis- und ergebnisreichen Wochen gelernt haben.

## Projektmanagement

VIVIENNE LEIDEL, FRANZISKA KAISER, EVE ARDIZZONE

Unser Zeitrahmen für das Projekt war sehr knapp, nämlich nur 14 Tage – oh je! Und was,

wenn etwas schief geht? – Na, dafür lernen wir doch Projektmanagement!

Da sich jedes Projekt aus vier Phasen zusammensetzt, lag eine Menge Arbeit vor uns und die Zeitsorgen kamen doch wieder.

Mit der Definitionsphase begannen wir schon am Eröffnungswochenende. Die erste Aufgabe, die uns erwartete, die Teambildung, erwies sich als schwieriger als gedacht, da Teambildung im TheoPrax-Kurs nicht einfach nur nach „Den mag ich, Den mag ich nicht“ funktioniert. Doch zuletzt hatten wir dann drei tolle Teams, die es gar nicht erwarten konnten in die Projektarbeit einzusteigen. Wir waren alle baff, wie viel Arbeit wir noch bis zur Sommerakademie erledigen mussten, denn wir mussten zum Beispiel noch die Recherchen erledigen. Allerdings stellte sich dabei heraus, dass viel Arbeit bei 12 Personen pro Person doch nicht so viel war.

In der Science Academy erstellten wir eine systemische Landkarte und führten eine Stakeholder-Analyse durch. Stakeholder sind alle Personen, die das Projekt direkt und/oder indirekt beeinflussen können und/oder am Projekt interessiert bzw. davon betroffen sind. Eine systemische Landkarte ist ein Übersichtsplan, in dem die Beziehungen aller Stakeholder des Projekts visuell dargestellt werden. Ziel der systemischen Landkarte ist es, die Komplexität des Projektes zu erfassen. Unsere systemische Landkarte wurde von uns mit viel Spaß und Eifer als 3D-Plakat mit Schlümpfen und Legofiguren angefertigt.



Systemische Landkarte alias „Schlumpfcity“

Dann ging es mit der Planungsphase weiter. Zur Planung der Projektarbeiten muss jedes

Projekt in überschaubare Teilaufgaben gegliedert werden. Dazu diente der Projektstrukturplan, in dem die einzelnen Arbeitspakete in einer logischen Ablauffolge zusammengestellt werden. Für den Ablauf-/Zeitplan wurde nun jedem Arbeitspaket eine von uns definierte Zeitdauer zugeordnet. Danach übertrugen wir alle Angaben aus dem Projektstrukturplan in einen Zeitstrahl.



Wir renovieren nicht, wir strukturieren!

Außerdem erstellten wir einen Kostenplan, der die Abschätzung der personellen und materiellen Kosten beinhaltet. Zum Schluss führten wir eine Risikoanalyse durch. Dabei wird untersucht, wie wahrscheinlich es ist, dass etwas nicht so wie geplant verläuft und sich zum Beispiel die gesamte Zeitplanung verschiebt oder dass sogar das gesamte Projekt gefährdet wird. Welche Risiken gibt es und wie können wir dann reagieren? Als sich in dieser Risikoanalyse gezeigt hatte, dass die Risiken überschaubar und kalkulierbar waren, schrieben wir unser Angebot. Der Projektstrukturplan und der Zeit- und Kostenplan sind Teile des Angebots. Die Planungsphase endete mit der Annahme des Angebots durch unseren Auftraggeber Herrn Dr. Gettwert und durch die Erteilung des Auftrags.

Wir waren alle froh, dass wir mit dem Projekt und somit mit der Umsetzungsphase anfangen konnten. Endlich konnten wir mit dem Versuchsaufbau, der Versuchsdurchführung und der Auswertung beginnen. Die Projektsteuerung und das Controlling sind in der Umsetzungsphase sehr wichtig. Wir hatten zwei Controller, die die Einhaltung der Projektstruktur und des Zeitplanes überwachten, und wenn et-

was mal aus dem „Ruder“ zu laufen drohte, halfen sie uns, indem sie uns darauf aufmerksam machten.

Darüber hinaus mussten wir eine Zwischenpräsentation vorbereiten. Zur Information der Kurse präsentierte jeder Kurs vor allen Teilnehmer der anderen Kurse das bisher Erarbeitete und das Projektthema. Das wird Rotation genannt. Durch unser gutes Projektmanagement verursachte uns auch diese zusätzliche Herausforderung keinen unnötigen Stress. Und wir freuten uns hinterher, ein gutes Feedback für die Präsentation erhalten zu haben.

Die Zeit verging wie im Fluge und schon waren wir bei der Abschlussphase, der Erstellung des Abschlussberichtes für den Auftraggeber und die Abschlusspräsentation. Der Bericht enthält die Aufgabenstellung und Zielsetzung, natürlich alle Versuchsreihen, die Messergebnisse, eine Interpretation der Ergebnisse, die Reflexion und das Fazit zum Projekt mit einer Empfehlung an den Auftraggeber.

Wer hätte am Eröffnungswochenende geglaubt, dass wir so schnell einen über 20seitigen Abschlussbericht erstellen könnten und eine eineinhalbstündige Abschlusspräsentation mit zahlreichen Folien? Aber wir haben das geschafft – und gut dazu! Die Abschlusspräsentation vor unserem Auftraggeber und den Eltern erntete viel Applaus.

## Ganzheitliche Betrachtung

LEONARD WÖFL

### Ganzheitliche Betrachtung – Was ist das?

Bevor ein Produkt hergestellt und dann verkauft wird, sollte es durch den Prozess der Ganzheitlichen Betrachtung wandern. In diesem Prozess werden alle Aspekte im Rahmen einer nachhaltigen Entwicklung des Produkts untersucht und zusammengefasst. Das Produkt wird in einzelne „Bestandteile“ zerlegt. Die Ergebnisse werden zu einem kompletten Überblick über das Produkt, der Vor- und Nachteile und der Folge- und Wechselwirkungen in Bezug auf die Ökologie, Ökonomie, den technischen

Fortschritt sowie der sozialen Aspekte betrachtet.

### **Ganzheitliche Betrachtung – Warum?**

Ein Produkt oder eine Idee sollte auf jeden Fall ganzheitlich betrachtet werden, um Schwächen aufzuzeigen, um es mit anderen Ideen oder Produkten zu vergleichen und um Umsetzungschancen sowie -risiken aufzuzeigen. Wichtigstes Ziel der Ganzheitlichen Betrachtung ist jedoch eine nachhaltige Entwicklung, da in diesem Prozess das Produkt auf seine Nachhaltigkeit (Sustainability) untersucht wird. Beispielsweise wird das Treibhauspotential des Produkts betrachtet, jedoch nicht nur während der Benutzung, sondern zusätzlich auch bei der Herstellung und Entsorgung.

### **Zu theoretisch? – Hier ein Beispiel**

Welches Fahrrad ist das „Beste“ – das mit Stahlrahmen, das aus Alu oder das mit Carbonfasern?

Analysiert werden beispielsweise Gewicht, Kosten, Lebensdauer, durchschnittliche Fahrleistung im Jahr (je nach Nutzungstyp), Wartungskosten und Produktionsstandort. Diese Eigenschaften werden dann verglichen und gegeneinander aufgewogen, das Fahrrad mit Carbonrahmen ist zwar leichter als alle anderen, aber die Lebensdauer beträgt durchschnittlich nur 8 Jahre (bei gleicher Fahrleistung Stahlrahmen: 20 Jahre) und der Preis liegt bei ca. 3000 € (Vergleich Stahl: 1450 €, Alu: 1700 €). [Quelle: Ganzheitliche Bilanzierung, Universität Stuttgart]

Wird das Treibhauspotential verglichen, stellt sich heraus, dass ein Aluminiumrahmen bei der Herstellung ein Treibhauspotential von 23,8 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent hat, aber bei Recycling des Rahmens wieder 20,3 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent gutgemacht werden. Der Aluminiumrahmen hat also insgesamt ein Treibhauspotential von 3,5 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent. Der Carbonrahmen kann zwar nicht recycelt werden, und bei seiner Wiederverwertung in der Stromgewinnung werden zusätzlich zur Herstellung noch 1,5 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent freigesetzt, doch insgesamt hat der Carbonrah-

men ein Treibhauspotential von vergleichsweise geringen 13,9 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent. [Quelle: Ganzheitliche Bilanzierung]

Und so geht es weiter – zum Beispiel werden Produktionsstandorte und -bedingungen verglichen, um den sozialen Aspekt zu bedienen. Wird in China produziert oder hier in Deutschland? Was bedeutet dies für die lokale Arbeitsplatzsituation?

Das Ergebnis: Es gibt kein „bestes“ Fahrrad. Jedes ist für spezielle Zwecke zu empfehlen. Das Fahrrad mit Aluminiumrahmen passt am besten zum Durchschnittsfahrradfahrer, der vielleicht zur Schule oder Arbeit mit dem Rad fährt und auch mal eine kleine Radtour unternimmt. Dagegen ist das Carbonfaserrad eher einem Sportbegeisterten zu empfehlen, der auch in seiner Freizeit viel Rad fährt.

An diesem Beispiel wird das Prinzip der oben genannten Betrachtungsweise gut sichtbar, es werden viele verschiedene einzelne Details aus den vier Kategorien verglichen und die Ergebnisse werden zusammengesetzt zu einer Empfehlung, die dann an die Hersteller und Auftraggeber einer solchen Ganzheitlichen Betrachtung (im Professionellen detaillierte Ganzheitliche Bilanzierung) gehen.

### **Kommunikation**

FRANZISKA KAISER, EVE ARDIZZONE,  
IZEL GEDIZ

„Hä!?! Was? Was meinsch du?“

Um solche Situationen bei der Projektarbeit zu vermeiden, übten wir, richtig miteinander zu kommunizieren. Um Konflikte und Missverständnisse zu umgehen, lernten wir, wie man miteinander ohne „Häs“ und „Wasse“ kommuniziert, und die Konflikte, die doch noch auftauchen, sinnvoll löst. Eine Übung zur Kommunikation bestand zum Beispiel darin, dass einer, in Teams mit je zwei Teilnehmern, ein vorgegebenes Bild, zum Beispiel einen Bus oder einen Heißluftballon, nach der Anleitung des anderen zeichnen musste. Dabei entstand nicht immer ein Picasso, aber man konnte das Motiv durchaus identifizieren. So lernten wir, dass wir Dinge sehr genau beschreiben müssen, damit ein anderer sie versteht.



Gerade in Projekten, bei denen viele Menschen miteinander arbeiten, ist das sehr wichtig. Außerdem mussten wir in unseren bestehenden Teams ein Bild der Science Academy malen, das den Sportplatz, das Plenum, den Brunnen, zwei Gebäude, den nicht vorhandenen Hofhund und mindestens zwei wichtige Personen beinhalten musste (Wendelin wurde aufgrund seiner „Höhe“ auf jedem Bild sofort ausgemacht!). Allerdings hatte die Sache einen Haken, denn das Team durfte während der Zeichenphase nicht miteinander reden und jedes Element musste von mindestens zwei Teammitgliedern zusammen gemalt werden! Zudem musste sich jedes der Teams einen Künstlernamen ausdenken (auch wieder ohne zu sprechen!), den es unter das Bild schreiben sollte. Diese Aufgabe klappte aber sehr gut, und am Ende waren drei sehr gelungene Kunstwerke entstanden.

Zwei weitere Challenges wurden draußen ausgetragen. Zum einen mussten wir uns in einer Reihe aufstellen und alle, bis auf den Letzten in der Schlange, die Augen schließen. Der Hintere musste dann dem Vordersten sagen, wo dieser hinlaufen sollte und somit die ganze Reihe einen zuvor besprochenen Weg entlang leiten. Obwohl wir im Dunkeln tappten, gab es zum Glück keine blauen Flecken, denn wir konnten uns ja alle blind vertrauen.

Zum anderen mussten wir uns noch einmal in zweier Teams zusammenfinden und, zur großen Verwunderung des Medizinkurses, der uns mit erstaunten Mienen observierte, ein Zelt aufbauen. Allerdings musste ein Teammitglied sich die Augen verbinden und das andere durfte das Zelt nicht berühren, durfte also dem „Blinden“ nur sagen, was er wie machen sollte, was die Sache doch sehr erschwerte.

Trotzdem erwiesen wir uns dann doch alle als Campingprofis.

Alle Kommunikationsübungen machten uns viel Spaß.

In Zukunft konnten häufiger fragende und verutzte Mienen vermieden und die Zahl der „Hä“s deutlich verringert werden.

## Projektthema

HELENE LÜNSER, PAUL WEISKE,  
JANNIS RAUTENSTRAUCH

„Untersuchungen verschiedener Materialien zur Innenisolation bei intumeszenzbeschichteten Metallkisten“. So lautete das Projektthema des TheoPrax-Kurses der Science Academy 2012. Wer lässt so etwas untersuchen und wieso? Herr Dr. Volker Gettwert vom Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie in Pfingsttal forscht auf dem Gebiet der Brandschutzbeschichtungen.

Eine Fragestellung in diesem Zusammenhang ist, wie man im Brandfall in einer Metallkiste die Temperatur möglichst gering halten kann, um auch temperaturempfindliche Stoffe gefahrlos darin lagern zu können. Zuerst einmal, indem die Metallkiste mit einem Brandschutzlack beschichtet wird, der bei 250 °C aufschäumt und dann den weiteren Temperaturanstieg in der Kiste verhindert!

Aber was ist, wenn die Stoffe schon ab niedrigeren Temperaturen nicht mehr ohne Gefahren zu lagern sind? Genau damit haben wir, der TheoPrax-Kurs, uns in den zwei Wochen der Science Academy sowie am vorangegangenen Eröffnungswochenende beschäftigt. Unsere Aufgabe bestand darin, die mit Brandschutzlack beschichteten Kisten innen mit verschiedenen Materialien auszukleiden, um den anfänglichen Temperaturanstieg, bevor der Brandschutzlack aufgeschäumt ist, möglichst lange zu verzögern. In den Versuchen haben wir diese Materialien dann auf ihre Wirkung als Innenisolatoren getestet.

## Brandschutz und Brandschutzbeschichtung

SVEN SEITZ, PAUL WEISKE, JANNIS  
RAUTENSTRAUCH

Es gibt etwas, das niemand gerne haben möchte: ein unkontrollierbares, lodernendes Feuer im trauten Eigenheim. Schlimmer noch in einer Firma, die mit leicht entzündlichem Material arbeitet. Es gibt eine Möglichkeit, die Gefahr solch eines Horror-Szenarios zu vermindern: den Brandschutz.

Aber was ist Brandschutz? Erst einmal versucht man das Risiko einer Brandentstehung zu senken. Zum Beispiel, indem man Häuser aus schlecht brennbarem Material baut und alle elektrischen Geräte ausschaltet, bevor man das Haus verlässt. Außerdem gehören zum Brandschutz Maßnahmen, um im Brandfall Herr über das Feuer zu werden und die Ausbreitung des Brandes zu verhindern.

Brandschutzbeschichtungen sind im letztgenannten Bereich des Brandschutzes anzusiedeln. Es handelt sich meist um Lacke, die man auf das zu schützende Objekt aufträgt. Im Brandfall quillt diese Schicht aufgrund einer chemischen Reaktion auf. Die aufgequollene Schicht schützt nun das Objekt vor der Hitze des Feuers.

Brandschutzbeschichtungen finden Anwendung im Hausbau. Sie verhindern, dass Stahlträger aufgrund der hohen Temperaturen ihre Tragfähigkeit verlieren und das Gebäude einstürzt oder, dass sich der Brand an Kabeldurchbrüchen oder Rohrdurchführungen von Zimmer zu Zimmer ausbreitet. Diese Art von Abdichtung wird auch im Schiffsbau verwendet. In der Autoindustrie und in der Raumfahrt – beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre entstehen immerhin ganze 3.000 °C – finden Brandschutzbeschichtungen ebenfalls Verwendung. Auch bei der Lagerung und beim Transport von leicht brennbaren oder explosiven Materialien, wie z. B. Feuerwerkskörpern, werden die Kisten durch Brandschutzbeschichtungen geschützt.

## Chemischer Prozess bei der Aufschäumung der Intumeszenzbeschichtung

NICO BARTELT

Intumeszenzbeschichtungen ist der Fachbegriff für aufschäumende Brandschutzbeschichtungen und stammt von dem lateinischen Wort „intumescere“ (anschwellen).

Bei der Einwirkung von Temperaturen über 250° Celsius auf die Brandschutzbeschichtung wird eine thermochemische Reaktion ausgelöst, bei der die Intumeszenzbeschichtung auf-

schäumt und eine wärmeisolierende Dämmschicht bildet. Die Schaumschicht kann das Achtzig- bis Einhundertzwanzigfache der aufgetragenen Beschichtungsdicke betragen. Vier chemische Substanzen spielen bei dem Aufquellen der Brandschutzbeschichtung eine essentielle Rolle, nämlich der Säurespender, der Kohlenstoffspender, das Treib- und das Bindemittel.

Die Aufgabe des Bindemittels besteht darin, dass wir die Intumeszenzbeschichtung als Lack vor den Versuchsreihen auf die Metallkisten auftragen konnten. Wenn die brandschutzbeschichteten Metallkisten beflammt werden, erweicht das Bindemittel und die chemische Reaktion beginnt.

Der Säurespender reagiert unter Abgabe von Ammoniak zu Phosphorsäure, die anschließend mit dem Kohlenstoffspender zu Kohlenstoff, Wasser und einem Phosphorsäureester weiterreagiert. Der Kohlenstoff bildet das Gerüst bei der Aufschäumung der Intumeszenzbeschichtung.

Als Kohlenstoffquelle kommt meist ein mehrwertiger Alkohol zum Einsatz, dessen Wirksamkeit am höchsten ist, wenn er viele Hydroxyd-Gruppen, die mit der Phosphorsäure zu einem Ester reagieren, sowie einen hohen Kohlenstoffanteil besitzt. Die bei dem Verdampfen des Wassers, das bei der vorangegangenen Reaktion entstand, erforderliche Energie wird der Kiste entzogen und sorgt so für eine zusätzliche Kühlung. Das Treibmittel reagiert zunächst zu Ammoniak und anschließend unter Sauerstoffaufnahme zu Stickstoff und Wasser, das ebenfalls durch Verdampfen zur Kühlung beiträgt.

Da Stickstoff nicht brennbar ist, dient das Treibmittel somit als Quelle eines nicht entflammbaren Gases. Dieses Gas „füllt“ die Poren im Kohlenstoffgitter und ist für das Aufquellen der Intumeszenzbeschichtung verantwortlich. Der Stickstoff in den Schaumporen verhindert einen Sauerstoffeintritt und hat eine isolierende Wirkung. Außerdem entsteht durch die Konvektion des Gases aus der Dämmschicht eine zusätzliche Kühlwirkung, da die Wärme abgeleitet wird und die Brandausbreitung eingedämmt wird.

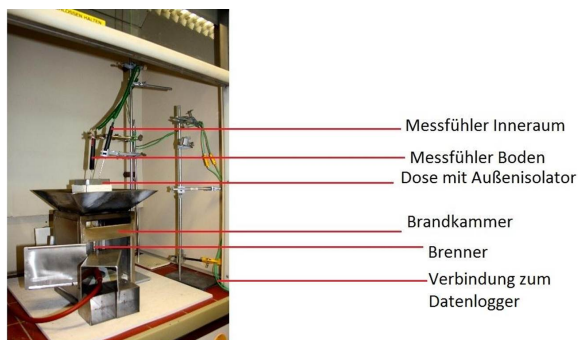
Wie man sieht, haben die Chemiker sich bei der Erfindung dieser Intumeszenzbeschichtung auf eine raffinierte, fortlaufende, chemische Reaktion gestützt, um die erwünschte Isolations- und Kühlwirkung zu erzielen.

## Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung

JANNIS RAUTENSTRAUCH, PAUL WEISKE

### Versuchsaufbau

Um alle Messungen vergleichen zu können, brauchten wir einen Versuchsaufbau, mit dem alle unsere Messungen durchgeführt werden konnten.



Unser Versuchsaufbau

Unser Versuchsaufbau sah so aus: Auf einer Brennkammer aus Metall lag eine Maske aus einem feuerfesten Material. Das war eine Platte mit einem Loch, in das wir unsere Kiste hineinstellen konnten. Unsere Kisten waren 10x10x10 Zentimeter groß, also schön handlich und klein. Mittig unter der Kiste stand ein Bunsenbrenner. Die Weißblechkiste wurde von außen mit Dämmplatten isoliert, damit die innen entstandene Wärme nicht wieder entweichen konnte. Doch wie bekamen wir die Messfühler in die Kiste? Dazu waren in die Deckel zwei Löcher gebohrt worden, durch die wir zwei Messfühler in die Kiste gesteckt haben. Ein Messfühler berührte den Boden bzw. die Innenisolation und maß somit die Bodentemperatur. Der zweite Messfühler wurde schräg in den Innenraum der Kiste gesteckt und maß die Lufttemperatur im Innenraum der Kiste. Natürlich wurde

alles verkabelt und an einen Datenlogger angeschlossen, der die Messwerte zur Aufzeichnung an den Computer weitergab.

### Durchführung

Die Versuchsdurchführung beinhaltete nicht nur die Beflammung der Kiste, sondern auch die Vorbereitung der Kisten und die Auswertung der aufgezeichneten Messwerte.

Damit der Brandschutzlack nicht gleich wieder von der Kiste abbröckelte, bestrichen wir die Weißblechkiste mit einem Haftvermittler. Danach pinselten wir den Brandschutzlack auf die Kiste. Beim Referenztest ohne Beschichtung ließen wir diesen Schritt natürlich weg. Anschließend brachten wir die Innenisolation an. Wir testeten in diesem Projekt zwei verschiedene Arten von Innenisolatoren: Innenisolatoren in Plattenform und Salze, die bei Erhitzung Wasser freisetzen und somit kühlend wirken. Für die Isolationsplatten fertigten wir eine Vorlage für den Boden der Kiste an und schnitten die Platte für den Boden aus. Je nach Härte des Materials brauchten wir dazu ein Cutter-Messer oder eine Säge. Die Bodenplatte wurde in die Kiste gelegt und die Platten für die Seitenwände so dazugestellt, dass sie sich gegenseitig stützen, um nicht umzufallen.



Kiste mit Phenolharzschaum

Für die Innenisolatoren aus Salzen brauchten wir eine Innenkiste aus Edelstahl, damit wir das Material im Zwischenraum von Außenwand und Innenkiste ordentlich einfüllen konnten. Diese wurde eigens für uns schon vor der Science Academy am Fraunhofer ICT angefertigt.

Wir füllten eine Schicht des jeweiligen Salzes auf den Boden, stellten die Innenkiste hinein und füllten die Lücken zwischen der Seitenwand und der Innenkiste auf.

Weil das Salz verklumpt war und sich dadurch nicht einfüllen ließ, mussten wir es vorher noch mörsern.

Dann ging es an die Beflammung. Der Bunsenbrenner wurde auf eine rauschende Flamme eingestellt und so platziert, dass sich die Kiste kurz über der Spitze der blauen, also sauerstoffreichen Flamme befand. Die Messzeit betrug 33:20 Minuten. Auf diese komische, krumme Zeiteinheit kamen wir, weil wir 2000 Messpunkte mit einem Zeitintervall von einer Sekunde aufzeichnen wollten.

Diese Daten mussten natürlich auch irgendwie ausgewertet werden. Nach dem Versuch wurden die erhaltenen Messwerte als Textdatei gespeichert und in eine Exceltabelle eingefügt. Daraus erstellten wir dann Temperaturverlaufdiagramme.

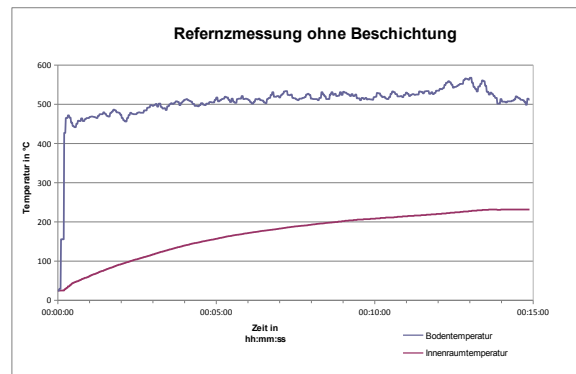
## Referenztest

PAUL WEISKE

Vor der Durchführung unserer Messungen musste erst einmal ein Referenztest als Vergleich her, also eine Messung ohne veränderte Variablen, die uns später als Basis für unsere Ergebnisinterpretation diene. Wir haben einen Referenztest mit einer vollkommen unbehandelten Kiste durchgeführt, sowie einen weiteren mit einer Kiste mit Brandschutzbeschichtung, aber ohne Innenisolation.

Die Referenztests dauerten 33:20 Minuten, das entspricht 2000 Messpunkten mit einem Zeitintervall von einer Sekunde. Die Ergebnisse der ersten Referenzmessungen zeigten, dass am geplanten Versuchsaufbau noch einige Dinge geändert werden mussten. So wurde die erste Messung abgebrochen und der Gasbrenner mit der Flamme näher an die Kiste gebracht, weil die Innentemperatur in der Kiste nur sehr langsam anstieg. Außerdem kamen wir so einem defekten Messfühler auf die Spur, der auf Temperaturveränderungen nur sehr träge reagierte.

Beim Erstellen der Diagramme aus den aufgezeichneten Daten der beiden Referenztests und vor allem beim Einfügen der Messdaten in die Diagramme zu den anderen Versuchen fiel dann auf, dass der Referenztest der beschichteten Kiste bei einer ca. 20 °C höheren Temperatur als die anderen Messungen gestartet worden war. Deshalb mussten wir dann kurzfristig die erste Referenzmessung wiederholen. Bei der nicht beschichteten Kiste hatten wir Bodentemperaturen von ca. 500 °C und Innenraumtemperaturen von ca. 220 °C, bei der beschichteten Kiste konnten wir am Boden Temperaturen von ca. 380 °C, im Innenraum von etwa 200 °C messen.



Brenzlige Situation – Referenztest unbeschichtet

## Unsere Materialien und Ergebnisse

PAUL WEISKE, JANNIS RAUTENSTRAUCH

Jedes unserer drei Teams hat zwei Materialien getestet, damit wir möglichst viele verschiedene Materialien vergleichen konnten. Je eines davon war ein dämmendes Material, das durch eine geringe Wärmeleitfähigkeit die Temperaturen in der Metallkiste niedrig halten sollte. Das andere zu testende Material sollte die Kiste kühlen, indem es Wassermoleküle abgibt, die bei 100 °C verdampfen, der Dämmeffekt stand hier eher an zweiter Stelle.

### Natriumcarbonat Decahydrat und Isoplan-1100

Team Genius hat die Materialien Isoplan-1100 und Natriumcarbonat Decahydrat getestet. Iso-



plan-1100 gibt es als Dämmplatten im Bauhaus zu kaufen. Es ist geeignet für Temperaturen bis  $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$  und wird u. a. verwendet, um Öfen oder Heizkessel zu isolieren. Es ließ sich zwar gut mit einer Säge schneiden, aber beim Zuschneiden mussten durch die Feinstaubentwicklung Staubschutzmasken getragen werden. Ein Nachteil des Isoplan-1100 ist, dass es relativ teuer ist. Eine  $1\text{ m}^2$ -Platte in  $1\text{ cm}$  Dicke kostet über  $100\text{ €}$ .



Kiste mit Isoplan 1100

Wir machten Versuche mit Isoplan in  $5\text{ mm}$  und in  $10\text{ mm}$  Dicke. Die Bodentemperatur lag im Vergleich zum Referenztest über  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  niedriger, die Innenraumtemperaturen lagen immerhin ca.  $20\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$  niedriger, aber Feuerwerkskörper sollte man nicht in dieser Kiste lagern, denn sie würden schnell explodieren.

Natriumcarbonat Decahydrat ist ein Salz, das beim Erhitzen die als Kristallwasser locker gebundenen Wassermoleküle abgibt. Dieses Wasser verdampft und wir erhofften uns, dass dies unsere Kiste kühlt. Natriumcarbonat ist ein weißes Salz, das z. B. als Bestandteil in Backpulver Verwendung findet. Bei dem Versuch mit Natriumcarbonat Decahydrat konnten wir die Verdampfung des Wassers sehr gut beobachten. Aus den Öffnungen für die Messfühler im Deckel der Kiste entwich Wasserdampf wie bei einem Teekessel.

Die erhoffte kühlende Wirkung trat ein: Die Temperatur blieb um die  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Aber wie man auf dem Bild sehen kann, bräuchte die Innenkiste noch einen Deckel, um die notwendige Kühlung zu erreichen, andernfalls könnte man das eingelagerte Material wegschmeißen, weil es durch die Feuchtigkeit durchnässt wäre.



Matsch, Matsch! Natriumcarbonat-Decahydrat-Kiste nach der Beflammung

### Kork und Natriumtetraborat Decahydrat

Team Burn testete die Materialien Kork und Natriumtetraborat Decahydrat, das auch unter dem Trivialnamen Borax bekannt ist. Kork ist ein natürliches Material. Man kennt es als Untersetzer für Töpfe, daher dachten wir, es wäre für dieses Projekt geeignet. Ein Vorteil ist, dass es unversiegelt nicht gesundheitsschädlich ist. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass das Material mit  $30\text{ € pro m}^2$  billiger ist als Isoplan-1100. Wir testeten es in den Dicken  $4\text{ mm}$ ,  $6\text{ mm}$  und  $8\text{ mm}$ . Es sorgte für ähnliche Temperaturen wie das Isoplan-1100. Interessanterweise gab es zwischen den Temperaturen mit  $4\text{ mm}$  Kork und  $6\text{ mm}$  Kork kaum Unterschiede, zwischen  $6\text{ mm}$  Kork und  $8\text{ mm}$  Kork gab es aber große Unterschiede bei den gemessenen Innentemperaturen. Dies lag daran, dass die  $4\text{ mm}$  und  $8\text{ mm}$  Platten stärker gepresst waren als die  $6\text{ mm}$  Platte und somit eine deutlich höhere Dichte hatte. Dadurch wies es eine stärkere Isolierung auf.

Borax ist, wie das Natriumcarbonat Decahydrat, ebenfalls ein weißes Salz und setzt als Hydrat Wasser frei, das die Kiste kühlen sollte, jedoch werden hier bei den entstehenden Temperaturen nur fünf der zehn gebundenen Kristallwassermoleküle freigesetzt. Dies sieht man auch direkt bei der Beflammung, wo es deutlich schwächer ausdampfte. Die Temperaturen bei Borax waren sehr ähnlich zu denen des Natriumcarbonates, sie blieben um die  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ein Vorteil ist, dass es billiger als Natriumcarbonat Decahydrat ist. Ein Nachteil: Es ist

gesundheitsschädlicher und steht im Verdacht, Erbschäden hervorzurufen.

## Phenolharzschaum und ICT-Dämmplatte

Team Flash hat die Materialien Phenolharzschaum (auch bekannt als Phenol-Formaldehyd-Schaum) und eine vom Fraunhofer ICT entwickelte Dämmplatte, die sich aktuell noch in der Entwicklung befindet, getestet. Phenolharzschaum ist ein Hartschaum, den es in Plattenform zu kaufen gibt. Er ist so gut wie umsonst, 1 m<sup>2</sup> kostet nur knapp einen Euro. Früher wurde er oft als PF-Schaum im Bau verwendet, heute allerdings nicht mehr so häufig, da er möglicherweise mit der Zeit geringe Mengen von giftigen Gasen freisetzen kann. Ein Vorteil der Phenolharzschaumplatten war, dass sie sehr leicht und einfach mit einem Cutter zuzuschneiden sind, wie Butter mit einem Messer. Ein Nachteil der Platten ist aber, dass sie sehr brüchig sind: Im Labor brachen beim Zuschneiden fast 1/3 der Platten. Phenolharzschaum in 5 mm Dicke war nicht zu gebrauchen. Die Temperaturen waren eigentlich die gleichen wie beim Referenztest. Bei 8 mm und 12 mm Dicke war der Dämmungseffekt gut, ähnlich wie beim Isoplan, aber für viele gelagerte Materialien immer noch zu niedrig. Bei der Beflammung der ICT-Plattenkiste schäumte es aus den Öffnungen der Metallkiste hinaus. Die Temperaturen blieben bei 105 °C, ein wenig höher als bei Natriumcarbonat Decahydrat und Natriumtetraborat.

## Schwierigkeiten

FRANZISKA KAISER, VIVIENNE  
LEIDEL, NICO BARTELT

Ein Projekt ohne Probleme gibt es nicht – kann es gar nicht geben, so auch bei uns.

Klar, man ahnt schon im Vorhinein, wo Probleme auftreten könnten. Daher ist es hilfreich, wenn man sich bereits Gedanken zu den möglichen Schwierigkeiten gemacht hat, um einen Plan B in der Tasche zu haben.

Um technische Probleme bei technischen Projekten kommt man nicht herum. Wir konnten

uns zum Beispiel vorstellen, dass ein Computer ausfällt oder der Datenlogger abstürzt. Durch Berichte aus dem Fraunhofer ICT wussten wir, dass das Programm zur Aufnahme der Messergebnisse schnell abstürzen kann. Doch da wir konzentriert arbeiteten und immer präsent bei den Messungen waren, wurden die Versuchsreihen genau aufgenommen – fast alle – denn manche Ergebnisse waren verfälscht. Damit konnten wir nichts anfangen, weshalb wir sie wiederholen mussten. Im Nachhinein konnten wir sagen, dass unser selbsterstellter Zeitplan durchaus sehr eng kalkuliert war. Doch dies steckten wir mit viel Motivation und Engagement weg. So gelang es uns dann doch noch, alle von uns selbstgesetzten Ziele zu erreichen.



Unser Weg, unsere Arbeitsschritte auf einen Blick

Jedoch sind bei unserem Projekt auch einige Probleme aufgetreten, mit denen wir nicht gerechnet hatten, für die wir jeweils Lösungen finden mussten.

1. Ein Mitglied des TheoPrax-Kurses konnte leider nicht an der Sommerakademie teilnehmen. Deshalb musste Team Burn den Arbeitsaufwand auf drei Personen verteilen. Dank Unterstützung der anderen Teams konnten aber trotzdem alle Arbeiten bewältigt werden.
2. Der Phenolharzschaum war schwer in gleich dicke Platten zuzuschneiden. Somit musste

Team Flash jede einzelne Platte nachmessen und nach ihrer Dicke ordnen.

3. Das Natriumcarbonat Decahydrat verklumpete durch unsachgemäße Lagerung und musste von Team Genius zuerst gemörsert werden, um es in die Kisten einfüllen zu können.



Das große Finale – unsere Abschlusspräsentation

4. Bei der ersten Messung war die Temperatureinwirkung des Bunsenbrenners zu niedrig. Deshalb stellten wir den Bunsenbrenner bei den folgenden Messungen auf mehrere Isoplan1100-Platten, damit der heißeste Punkt der Flamme den Boden der Kiste berührte.

5. Die zwei verwendeten Messfühler zeigten bei gleicher Temperatur unterschiedliche Messwerte an. Durch den Vergleich mit einem dritten Messfühler konnten wir den defekten Messfühler ausfindig machen. Doch für Ersatz war gesorgt!

6. Bei der Messung mit Phenolharzschaum der Dicke 5 mm lagen die gemessenen Ergebnisse über denen der Referenzmessung. Das konnte nicht sein! Deshalb wiederholte Team Flash seine Messung, kam aber zu keinem anderen Ergebnis. Es stellte sich heraus, dass sich die Bodenisolationsplatte gehoben und der Messfühler sie durchstoßen hatte. Dadurch waren die Messverfälschungen zu erklären. Die dritte Messung lieferte dann endlich realistische Ergebnisse.

7. Von Anfang an gab es ein seltsames Phänomen im Labor: Ständig fiel der Strom aus, manchmal mitten in einer Messung. Doch nach ein wenig „Detektivarbeit“ entdeckten wir den Grund: der Notausschalter war an der engsten Stelle im Labor angebracht, und immer wieder kam aus Versehen jemand mit seinem Arbeits-

kittel dagegen und löste dadurch die Stromabschaltung aus. Nach dieser Entdeckung herrschte im Labor äußerste Vorsicht vor Notausschaltern!

8. Außerdem wurde das Benutzerkonto des Computers für die Datenaufzeichnung gesperrt, da auch „Hochbegabte“ versehentlich viermal das falsche Passwort eingeben konnten. Zum Glück entsperrte sich aber der Computer nach einigen Stunden automatisch wieder.

9. Team Burn schaffte es zudem, die Daten der ersten Messung im falschen Format zu speichern, was es somit unmöglich machte, sie als Diagramm darzustellen. Jedoch konnten die Daten dank unseres Computerkenners doch noch als Textdatei gespeichert und ausgewertet werden. Danke, Leonard!

10. Durch ständiges Öffnen der Labortüre kam es zu Luftzügen und kurzfristiger Sauerstoffzufuhr, die die Flamme vom Mittelpunkt weglente, was zu Messverfälschungen führte. Doch auch ein „Bitte-nicht-Stören“-Schild an der Labortüre hielt nicht alle davon ab, draußen zu bleiben und so lassen sich auch die Zacken in manchen Temperaturkurven erklären.

## Fazit

SVEN SEITZ, VIVIENNE LEIDEL, NICO BARTELT

Für die meisten von uns war am Eröffnungswochenende „TheoPrax“ ein Begriff, von dessen Bedeutung wir, um ehrlich zu sein, keine Ahnung hatten, und doch hat er bei uns „TheoPraxlern“ etwas bewegt – und zwar dauerhaft, im positiven Sinne. Es war eine tolle Möglichkeit, auch im Hinblick unsere Zukunft. Wir sind froh, dass wir diese Chance bekommen und auch wahrgenommen haben. Es war fantastisch, so viel zu lernen – und das ganz anders als in der Schule.

Wir TheoPraxler haben uns für einen Kurs angemeldet, in welchem wir mithilfe von Partnern aus der realen Berufswelt ein Thema bearbeitet und dann sofort in die Praxis umgesetzt haben – eben Projektarbeit mit Ernstcharakter – auch wenn es nicht immer so ernst war. Das Projektergebnis war eine tolle Leistung des gesamten Teams: Alle zogen an einem Strang, um unser

Projektziel zu erreichen. TheoPrax steht für freudiges, anderes und vor allem leidenschaftliches Lernen, der Spaß kommt da auch nie zu kurz. TheoPrax, das bedeutet:

**Theorie** – Klingt total öde und langweilig, aber durch erfrischende Vorträge und anknüpfende Übungen hat uns selbst die Theorie Spaß gemacht.

**Heiterkeit** – Nicht nur in der Freizeit, sondern auch im Kurs ging es fast immer heiter zu. Denn wir fanden immer wieder einen Grund zu lachen. Wir erkannten, dass es sich mit Spaß und Freude einfacher arbeiten lässt.

**Ernstcharakter** – Besonders dieses Wort hat uns stolz gemacht. Wir waren der einzige Kurs, der es mit einem realen Auftraggeber und Projekt zu tun hatte.

**O´zapft is** – Ohne unseren Begleiter, den Tee, wäre unser Kurs wohl nicht möglich gewesen, also dann, Prost!

**Praxis** – Ob wir eine Beflammung durchführen oder unseren eigenen Projektstrukturplan erstellen, alles was wir gelernt haben, haben wir sofort in die Praxis umgesetzt.

**Rauchende Köpfe** – Probleme und der Stress in der Schlussphase brachten unsere Köpfe so zum Rauchen, dass man auf ihnen eine Beflammung hätte durchführen können.

**Ausdauer** – Viel zu lernen und viel zu tun und das in nur zwei Wochen – wirklich nichts für schwache Nerven!

**X-tras** – Auch Gummibärchen, Kekse und lustige Spiele zur Auflockerung waren im Kurs inbegriffen.

→ alles zusammen eben TheoPrax!