

BMUB-UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM

Abschlussbericht

zum Vorhaben:

Produktionsanlage für kreosotfreie Kunststoffrecyclat-Bahnschwellen

FKZ: NKa3 - 002006

Fördernehmerin:

Plastic- Aufbereitungs- und Verarbeitungs-
Gesellschaft mbH & Co Vertriebs KG (PAV)
Großbeerenstraße 171A, 12277 Berlin

Umweltbereiche:

Ressourceneffizienz
Abfallwirtschaft
Lärmschutz
integrierter Umweltschutz

Laufzeit des Vorhabens:

27.05.2013 – 30.10.2014

Autor:

Dr. rer.nat. Frank Giesel
Geschäftsführer PAV

Gefördert aus Mittel des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und
Reaktorsicherheit

Berlin, den 30.11.2014

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

- 1.1. Kurzbeschreibung PAV
- 1.2. Ausgangssituation

2. Vorhabenumsetzung

- 2.1. Vorhabenziel
- 2.2. Darstellung der technischen Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)
- 2.3. Darstellung der Umsetzung (Arbeitsschritte etc.)
- 2.4. Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)
- 2.5. Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

3. Ergebnisse

- 3.1. Bewertung der Vorhabendurchführung
- 3.2. Stoff- und Energiebilanz
- 3.3. Umweltbilanz
- 3.4. Wirtschaftlichkeitsanalyse
- 3.5. Technischer Vergleich zu Wettbewerbsverfahren
- 3.6. Ergebnisse des Lärm- und Körperschallmessprogramms

4. Empfehlungen

- 4.1. Erfahrungen aus der Praxiseinführung
- 4.2. Modellcharakter
- 4.3. Vermarktung der Ergebnisse und Ausblick
- 4.4. Zusammenfassung

Danksagung

1. Einleitung

1.1. Kurzbeschreibung des Unternehmens

Die PAV - Plastic- Aufbereitungs- und Verarbeitungs- Gesellschaft mbH & Co Vertriebs KG wurde 1978 vom Berliner Unternehmer Hans-Joachim Brauer in Nachfolge seiner im selben Jahr verkauften ACS GmbH (Papierrecycling) gegründet.

PAV hat in den Jahren im Kunststoffrecycling Kunststoff-Arten bezogene fachliche wie regionale Nischen besetzt. Außerdem wurde von Anbeginn auf höchste Qualitäten der Recyclate und Lieferungen nach Datenblättern geachtet, was PAV stets von der Masse der Mitbewerber unterschied.

Es wurden bis heute folgende Recyclingverfahren für folgende Rohstoffe entwickelt:

- PET – post consumer – Flaschennassaufbereitung (Zielgruppe: Faser- und Folienindustrie)
- HDPE/PP – post consumer und Industrieabfall-Trockenaufbereitung
- SEBS/EPDM – Industrieabfall-Trockenaufbereitung
- Polycarbonat- Recycling (CD)
- Polystyren- Recycling
- Handel mit Recyclaten

PAV kauft seine Rohstoffe europaweit ein und vermarktet die Produkte weltweit.

Parallel war PAV stets bemüht innovative Recyclingideen zu entwickeln und nachhaltig zu verfolgen, z.B.:

- seit 1995 Projekt: Kunststoffrecyclatbahnschwelle (erstes Patent)
- seit 2000 Projekt: ZeNaPol® - PO-Fruchtfasercompounds
- seit 2000 Projekt: PSU und PES – Dialyse-Faserrecycling zu Agglomeraten
- seit 2012 Projekt: PSU –Recyclateinsatz in der Heißwasseranwendung
- seit 2013 Projekt: Talkum-Ersatz durch Nussschalengranulat in PKW-Radlaufkästen-PP (mit Opel und BMW)
- seit 2014 Projekt: Inhouse-Recycling von PSU-Dialyse-Fasern zu technischen Filter-Fasern und zu Regranulaten

Die Krönung aller FuE-Projekte war die in den Jahren 2008-2014 erreichten Qualitäten und Herstellungstechnologien von Kunststoffrecyclatbahnschwellen als Weltneuheit und deren 3 Eisenbahnbundesamt- (EBA) Zulassungen der Gleis-, Weichen-, und Brückenschwellen.

PAV hatte in 2013 einen Umsatz von rund 8.2 Mio € bei 14 Festangestellten und bis zu 6 Zeitkräften p.a.

Das Unternehmen ist in Familienbesitz und gehört nach dem Tod des Gründers, Hans-Joachim Brauer im Dezember 2013 nun seiner Witwe Karin Markert-Brauer.

PAV wird seit 1.4.2011 vom Diplomchemiker Dr. rer.nat. Frank Giesel als Geschäftsführer geleitet.

1.2. Ausgangssituation

Seit über 150 Jahren verwendet die Eisenbahn für Ihre Fahrwege teerölimprägnierte Holzschwellen und beeinträchtigt genau so lange die Umwelt durch nachgewiesene Umweltgifte, wie z.B. PAK des Steinkohlenteers (Kreosot).

Eine so imprägnierte Schwelle verliert im Laufe seiner Lebensdauer von ca. 27 Jahren erhebliche Mengen hochgiftiges Kreosot an die umgebende Umwelt. Diese Stoffe sind zudem in den Umweltmedien nur schwer abbaubar. Zahlreiche Bestandteile des Kreosot gelten als krebserregend

Kreosot wurde mit Wirkung vom 1. Mai 2013 als Wirkstoff in Anhang I der Richtlinie 98/8/EG aufgenommen (Richtlinie 2011/71/EU). Nach Biozidrecht unterliegen Holzschutzmittel auf Basis des Kreosot seit dem 1. Mai 2013 einer Zulassungspflicht. Eine Zulassung kann allerdings nur gewährt werden, wenn keine Alternativen für die beabsichtigte Anwendung zur Verfügung stehen. Der alte Wirkstoff Kreosot steht gemäß AusnahmeRL vom 26.07.2011 zunächst nur noch bis 2018 für Holzschutzmittel zur Verfügung.

Die Bahnunternehmen verfügen bislang als Alternative über Betonschwellen, deren Einsatz jedoch in bestimmten Anwendungen unmöglich oder eingeschränkt ist (Brücken, Übergänge, Weichen, Bebauungen) und nicht getränkte Holzschwellen mit auf << 10 Jahre begrenzter sehr geringer Haltbarkeit. Außerdem sind Betonschwellen auf Grund des hohen Energieaufwandes der Zementherstellung ökologisch in der Kritik.

PAV hatte in langjähriger Forschung eine Kunststoffbahnschwelle entwickelt, die aus mineralfaserverstärktem Polyolefin- (PO) Recyclat besteht und somit kein Kreosot enthält.

Die als RPT® - Railway Plastic Tie ® bezeichnete PAV-Bahnschwelle hat drei EBA-Zulassungen¹ und wird im Feldversuch in den Gleisanlagen der DB Netz AG im Feldversuch betriebserprobt.

Die aus vorangegangenen Forschungsvorhaben bei PAV vorhandene Pilotanlage (ohne eigenen Extruder) kann die für die Feldversuche erforderlichen Schwellenstückzahlen nicht fertigen, so dass zur Erreichung der Umweltentlastungsziele eine Investition in eine industriell arbeitende Kleinserienanlage erfolgen musste.

Darüber hinaus war eine gemeinsam mit den Fach-Unternehmen entwickelte innovative Röntgentechnologie zur Lunckerüberwachung zu errichten und zu kalibrieren.

Schließlich sollte die in eine industrielle Fertigungsline mündende Investition es ermöglichen, dass die darauf gefertigten Schwellen die gewünschten ökologischen Hauptziele erfüllen können:

¹http://www.eba.bund.de/cln_031/nn_201964/SharedDocs/Standardartikel/DE/Infothek/Zulassungen/Oberbau/Sonstiges/21.61izbo-013-2101-050_28525__10-ZzB_29.html?__nnn=true

Die durch den Recyclatschwelleneinsatz acht direkt und indirekt erreichbaren ökologischen Hauptziele sind:

1. KREOSOT-Entlastung der Natur
2. Lärm- und Körperschalldämpfung im Vergleich zu Betonschwellen
3. Energieeinsparung in der Herstellung gegenüber Betonschwellen
4. Verwendung von Recyclaten
5. längere Lebensdauer als Holz- und Betonschwellen
6. Wiederverwendung nach Ausbau durch werkstoffliches Recycling
7. Produktion kann zeitlich einbaunah erfolgen
8. ressourcensparende Fertigung von Weichen- und Brückenschwellen

2. Vorhabenumsetzung

2.1. Vorhabenziel

Um die im vorangegangenen Punkt nochmals aufgeführten und in der Begründung des Vorhabenantrags ausführlich erläuterten Ziele bei Schwelleneinsatz zu erreichen, war eine industrielle Fertigung zu errichten. Die dabei in einer Investition zu erreichenden technologischen Einzelziele waren Folgende:

- a) Aufstellung des erforderlichen technologischen Schemas
- b) Auswahl eines geeigneten Extruders mit geeigneter Dosiertechnik und Materialbevorratung
- c) Ertüchtigung/Neuanfertigung der aus den Forschungen mit dem Fraunhofer ICT vorhandenen Schwellenwerkzeuge für Gleis-, Weichen- und Brückenschwellen für höhere Durchsätze
- d) Erreichung einer gleichmäßigen Extrusionsgeschwindigkeit (Abzug)
- e) Umsetzung der entwickelten innovativen Röntgentechnologie in eine inline und offline betreibbare Analyseneinheit
- f) Schaffung einer Abtrenntechnik der endlos extrudierten Schwellen
- g) Implementierung der Technik in die Produktionshalle des Kooperationspartners
- h) Einfahren der Anlagen zur Erreichung der Zieldurchsätze
- i) Moderne fast automatische nahezu personalfreie Fertigung, damit bereits die Einzellinie von Anfang an wirtschaftlich betreibbar ist.

2.2. Darstellung der technischen Lösung, Auslegung und Leistungsdaten

a) Aufstellung des technologischen Schemas

Aus den FuE-Projekten mit Fraunhofer ICT und KuZ ergab sich das technologische Schema, wie folgt:

- Materialvorratsbehälter mit Mischfunktion und Saugförderern
- automatische Dosieranlage für mindestens 2 Komponenten
- Extruder mit Vakuumentgasung, Haupteinzug für HDPE und Seitendosierung für GF
- Werkzeug mit Heiz- und Kühlzonen
- Kalibrierung und Kühlung
- Abzug des Profils
- Wegaufnehmer zur Längenmessung und Steuerung der Säge
- Röntgeneinheit inline (aus der Linie nehmbar und offline zu betreiben)
- automatische Kappsäge
- Schwellenablage
- Schwellenkennzeichnungsmöglichkeit (inline/offline)

Dieses Schema wurde mit verschiedenen Maschinenlieferanten besprochen und (bis auf Werkzeug/Kalibrierung und Röntgeneinheit) der Generalauftrag an ein Unternehmen in Baden-Württemberg nach einer Ausschreibungs- und Angebotsphase vergeben.

Die Arbeiten zum Teilvorhaben Werkzeug/Kalibrierung wurde an einen Extrusionswerkzeugbauer vergeben und die Röntgenanlage an ein Gerätebauunternehmen in Niedersachsen, das wiederum mit einem Röntgentechnologie-Entwickler in Schleswig Holstein zusammenarbeitete.

Die Anlage aus „einer Hand“ zu beziehen, erwies sich als richtig, da sich in der Inbetriebnahmephase regelmäßig die Schnittstellen der einzelnen Maschinen als problematisch herausstellten.

b) Auswahl eines geeigneten Extruders mit geeigneter Dosiertechnik und Materialbevorratung

Bei der Extruderauswahl war zunächst die Entscheidung: Einschnecken- oder Doppelschneckenextruder zu treffen.

Sämtliche Vorversuche wurden zwar auf Doppelschneckenextrudern durchgeführt, die eine sehr hohe Vermischungsqualität PO/GF versprachen, allerdings auch hohe Scherraten, die zu verminderten Festigkeiten (stark gekürzte Glasfasern) verursachten.

Schließlich kam ein Doppelschneckenextruder auch auf Grund der nahezu doppelten Investitionskosten budgetüberschreitend nicht in Frage, so dass ein Einschneckenextruder mit großer Länge ausgewählt wurde, um eine optimale Materialdurchmischung zu erreichen.

Anforderungen:

- theoretischer Durchsatz bis 85 kg/h
- Ø 75 mm
- Länge 40D (≈ 3 m)
- Haupteinzug HDPE
- Seiteneinzug für GF (Dosierung in das aufgeschmolzene HDPE)
- möglichst geringe Scherung/Schädigung der GF
- gute Durchmischung PO/GF
- 2-Komponentendosierung, gravimetrisch, automatisch incl. der Saugstationen
- Mischsilo für HDPE – mind. 10 to mit BigBag-Aufgabestation
- BigBag-Vorratssilo für GF

c) Ertüchtigung/Neuanfertigung der Schwellenwerkzeuge für Gleis-/ Weichen- und Brückenschwellen für höhere Durchsätze

Aus den Vorentwicklungen beim Fraunhofer ICT war ein Brückenschwellenwerkzeug und aus den Entwicklungen mit KuZ ein Gleis-/Weichenschwellenwerkzeug mit sehr kurzen Kalibrierungen und einer Sprühbadwasserkühlung vorhanden.

In beiden Fällen war der Durchsatz nicht durch die Extruderleistung limitiert, jedoch durch die offenbar für höhere Durchsätze ungeeignete Kalibrierung und Kühlung, was zu ständigen Profilaufplatzungen und Betriebsstörungen führte.

Außerdem schien die auf Grund des extremen Volumenschrumpfes (ca. 11 %) des PO-Werkstoffes bei der Teilkristallisation im Abkühlprozess mit der alten Werkzeug-/Kalibrierkonfiguration nur schwer erreichbar.

Die Ideen der Art und Weise der Ertüchtigung lagen bereits als Entwicklungsergebnis der FuE-Projekte vor.

Anforderungen an Werkzeug und Kalibrierung:

- optimale Ausformung der Profile auch bei Durchsätzen > 45 kg/h
- lunkerfreie Profilfertigung
- kein Aufplatzen des Profiles
- optimale Profilkühlung
- kein Sprühwasserproblem in der Halle

d) Erreichung einer gleichmäßigen Extrusionsgeschwindigkeit (Abzug)

Aus den Vorversuchen mit Fraunhofer ICT stand eine mit drei hydraulischen Stempeln nun indirekt über den Preßluftdruck einstellbare Schwellenbremse zur Verfügung.

Die ungesteuerte Arbeitsweise der Bremse verstärkte das Aufplatzproblem der Profile. Die alte Bremse war nämlich nicht automatisch oder halbautomatisch auf den Extrudermassendruck und die zu schiebende Profillänge synchronisierbar.

Anforderungen an Bremse:

- sich selbst automatisch dem Massedruck des Extruders und der Durchsatzgeschwindigkeit synchronisierende Bremse
- im Falle sinkender Geschwindigkeit gleichmäßig bremsende und/oder ziehende Bremse
- durch automatischen Druckabgleich oberflächenfehlerfreie Fertigung ermöglichen (keine Querrillen)

e) Umsetzung der entwickelten innovativen Röntgentechnologie in eine inline und offline betreibbare Analyseneinheit

In vielen Vorversuchen in den FuE-Projekten mit Fraunhofer ICT und KuZ wurden die gängigen Techniken zur Kontrolle der Struktur, wie Ultraschall oder Thermografie auf Grund verschiedener Ursachen verworfen.

Durch Röntgen und CT wurden die inneren Strukturen der Schwellen in der Computer-Tomografie abgebildet und daraus abgeleitet, dass eine adaptierte Röntgentechnik das Analysieren von Lunkern, Fehlstellen und Rissen in der Schwelle qualitätsüberwachend ermöglichen kann. Diese Anlage war zu bauen und zu liefern.

Anforderungen an die Röntgenanlage:

- online und offline verwendbar
- Auflösung möglichst < 0,5 cm in alle Richtungen
- auf Gutschwellen kalibrierbare IO und NIO Entscheidungen möglich mit optischen und/oder akustischen Signalgebern
- Aufzeichnungsmöglichkeit und somit Dokumentation der Prüfungen je Prüfschwelle
- Nach Strahlenschutzgesetzen „geschlossenes“ System

f) Schaffung einer industriell arbeitenden Abtrenntechnik der endlos extrudierten Schwellen

Anforderungen an die Sägetechnik:

- sägt automatisch nach Signal vom Längenaufnehmer
- Säge muss in der Linie stehen und beim Sägen „mit fahren“
- Säge soll für den Fall nachgerüsteter weiterer Linien offline betreibbar sein
- Sägeblatt verschleißarm (hoher GF-Gehalt im Material)
- Absaugung der Sägespäne zum Recycling und zur Verhinderung frei rumfliegenden Glasfaserstaubes.

g) Implementierung der Technik in die Produktionshalle des Produktions-Kooperationspartners

Anforderung an die Linie:

- räumlich in der Halle integrierbar
- möglichst Mitnutzung der Infrastruktur durch die Mitarbeiter (Sanitär, Büro, Werkstatt, Stapler etc.)
- Mitnutzung vorhandener Technikeinbauten (obere Arbeitsplattform) ggf. nach Umbauten, Anpassungen etc.
- Anschluß an die vorhandene (eigener Zähler) Stromversorgung oder Schaffung einer eigenen Stromversorgung
- ausreichende Lagerplätze für Rohstoffe und Fertigwaren
- Synergien bei der personellen Betreuung der Anlagenbedienung

h) Einfahren der Anlagen zur Erreichung der Zieldurchsätze

Es wurde mit dem Generalauftragnehmer (GA) vereinbart, dass die Anlage erst „abgenommen“ werden kann, wenn die Zieldurchsätze von ≥ 45 kg/h bei ausreichender Qualität erreicht werden.

Die Verantwortung wurde ausdrücklich an den GA übertragen, da das Zusammenspiel der verschiedenen Aggregate in einer Linie nicht durch PAV geleistet werden kann und der GA die Abstimmung übernommen hatte und auch selbst die Hauptkomponenten beschafft hatte.

i) nahezu personalfreie Fertigung

Die betriebswirtschaftlichen Vorkalkulationen hatten ergeben, dass bei den kalkulierten Marktpreisen der Schwellen einerseits rund 50 % der Kosten der Schwellen materialkostenverursacht sind – das aber andererseits die Personalkosten für eine bis 5 parallel zu betreibende Anlagen dieselben sind.

Umgekehrt heißt das, dass nach üblichen deutschen Tariflöhnen und Zuschlägen (Spät-, Nacht-, Feiertags- und Wochenend-Schichten) und den Vorschriften der örtlichen Gewerbeaufsicht (nachts/am Wochenende Verbot von Alleinarbeit), der Betrieb dieser ersten industriellen Anlage von Anbeginn unwirtschaftlich wäre.

Anforderungen

- automatischer Betrieb außerhalb der Tagschichten Mo-Fr
- Herunterfahren bei Störungen. Alle kritischen Störpunkte erkennen und mit Sensorik und Abschaltautomatik ausrüsten.
- Personaleinsatz ggf. nur zur Materialbeschickung und zum Ablängen.

2.3. Darstellung der Umsetzung

a) Aufstellung des technologischen Schemas

Die Idee des technologischen Schemas aus den FuE-Projekten mit Fraunhofer ICT und KuZ (s.2.2. a)) wurde mit dem GA besprochen und dann mit allen beteiligten – auch Unterlieferanten vom GA im Detail diskutiert, konkretisiert und als Basis der Technikauswahl beschlossen.

Die Anlagenschnittstellen wurden herausgearbeitet und in den Focus der Bemühungen gestellt.

b) Auswahl eines geeigneten Extruders mit geeigneter Dosiertechnik und Materialbevorratung

Auf Grund der Anforderungen wurden bei den führenden in Europa vertretenen Extruderherstellern Anfragen gestellt, die fast durchgängig abschlägig beantwortet wurde (kein Interesse, Risiko zu hoch o.ä.).

Daraufhin empfahl der GA einen ihm gut bekannten französischen Hersteller, der nach intensiven Vorgesprächen ein Angebot unterbreitete, das in die Bestellung Eingang fand.

Dieser sagte zu, alle gestellten Anforderungen zu erfüllen und band einen namhaften Dosieranlagenlieferanten ein.

Der ausgewählte Silo-Hersteller konnte das von PAV benötigte Mischsilo mit Homogenisierungsfunktionen und BigBag-Beschickung anbieten.

c) Ertüchtigung/Neuanfertigung der Schwellenwerkzeuge für Gleis-/ Weichen- und Brückenschwellen für höhere Durchsätze

Nach Fachdiskussionen mit und zwischen dem Werkzeugbauer und den Extrusionswerkzeug-Spezialisten des Süddeutschen Kunststoffzentrums – SKZ (Computersimulation der Abläufe im Werkzeug und der Kühlprozesse) veränderte der Werkzeugbauer teilweise die Werkzeuge.

Außerdem fertigte er neue, direkt und indirekt mit Wasser gekühlte Kalibrierungen an, mit denen höhere Durchsätze möglich sein sollten.

d) Erreichung einer gleichmäßigen Extrusionsgeschwindigkeit (Abzug)

Der GA konnte aus eigener Fertigung einen mit dem Extruder und über einen Drucksensor synchronisierten Raupenabzug anbieten, der zusätzlich noch einen Wegaufnahmesensor zur Steuerung der Säge enthielt.

e) Umsetzung der entwickelten innovativen Röntgentechnologie in eine inline und offline betreibbare Analyseneinheit

Der ausgewählte Anlagenbauer lieferte die entwickelte Röntgenanlage.

Die Auswertesoftware, Basis für die IO und NIO Entscheidungen wurde von einem Kooperationspartner geliefert.

Die Kalibrierung erfolgte auf Basis der Signale solcher Schwellen, die die Tests an der TU München zur Erlangung der EBA-Zulassung bestanden hatten.

Die Ausführung erfolgte als geschlossenes System ohne weitere Strahlenschutzmaßnahmen, Körperschutz oder Dosimeter.

f) Schaffung einer industriell arbeitenden Abtrenntechnik der endlos extrudierten Schwellen

Der GA konnte die geforderte Sägetechnik nach den Anforderungen 2.2. f) liefern. Nach Besichtigung durch die Gewerbeaufsicht Aurich musste noch eine Schutzkäfig - Einhausung erfolgen.

g) Implementierung der Technik in die Produktionshalle des Kooperationspartners

Der LohnfertigungsKooperationspartner integrierte die neue Fertigungslinie in seine Produktionshalle unter Berücksichtigung von Synergieeffekten und unter relativ aufwändigem Umbau von technischen Einrichtungen.

Lediglich die Energieversorgung erwies sich als problematisch, da der regionale Energieversorger einen erweiterten Anschluss (begehbare Trafo-Haus) nur bei Zahlung von 80.000 € liefern wollte.

So wurde eine eigene Energieversorgung über ein Diesel-Stromaggregat realisiert, das nun noch freie Kapazitäten für bis zu 3 weitere Linien hat.

Die wegen der Stromversorgung erforderliche Umplanung und Zusatzarbeiten erhöhten das geplante Budget etwas.

h) Einfahren der Anlagen zur Erreichung der Zieldurchsätze

Der GA konnte ca. 6 Monate nach Inbetriebnahme aller Anlagenteile zeigen, dass die Anlage bei der Fertigung von Brücken- und Gleisschwellen > 45 kg/h Durchsatz h stabil und im Dauerbetrieb erreicht.

Nach Überprüfung der Qualitäten der inneren Strukturen durch Röntgen und Zersägen konnte im Vergleich mit den Schwellen aus der Pilotanlagenfertigung, die die Prüfungen für die EBA-Zulassung bestanden hatten, festgestellt werden, dass die nun erreichte Qualität deutlich besser war.

Insbesondere war die völlig lunkerfreie Mantelschicht bis zu 4 cm stark und damit doppelt so dick wie die Schwellen der Pilotanlagenfertigung.

Die Anlage wurde danach „abgenommen“.

i) nahezu personalfreie Fertigung

Die moderne Extrusionsanlage ist mit viel Sensorik ausgestattet. Durch einen Steuerungstechniker wurden die Sensoren mit einer Abschaltautomatik gekoppelt, so dass das Ziel, dass die Anlage automatisch läuft und außerhalb der Mo-Fr-Tagschichten kein Betriebspersonal benötigt erreicht wird.

Probeweise läuft die Anlage in den Tagschichten Mo-Fr unter Beobachtung, so dass eventuelle Fehlschaltungen erkannt und iterativ geändert werden können.

2.4. Behördliche Auflagen (Genehmigungen)

Alle Maschinen wurden nach geltenden Gesetzen hergestellt und haben eine EU-Konformitätserklärung.

Die Gewerbeaufsicht hat die Anlage abgenommen.

Für den Betrieb der Röntgenanlage wurde nach einer nach dem Gesetz erforderlichen nachgewiesenen Mitarbeiterschulung zum „Strahlenschutzbeauftragten“ und einer entsprechenden TÜV-Strahlenschutzabnahme eine Betriebsgenehmigung erteilt.

Für die übrige Anlage sind keine Genehmigungen erforderlich.

2.5. Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Die wichtigsten Betriebsdaten der Anlage werden im Extrusionsprotokoll (manuelle Ablesewerte) und elektronisch an der Röntgenanlage erfasst und dokumentiert.

Die gespeicherten Daten der Röntgenanlage enthalten neben der Schwellenkennzeichnungsnummer auch das „gestauchte“ Bild des Röntgenvorganges als Nachweis der erfolgten Schwellenendkontrolle, s. folgende Abb. 1).

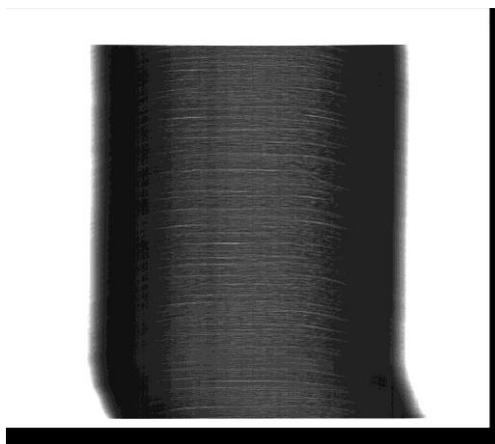


Abb 1: „gestauchtes“ Röntgenbild

Außerdem werden die Energieverbrauchsdaten (in Liter Diesel/h) und die Materialverbräuche über das Produktionstagebuch erfasst.

3. Ergebnisse

3.1. Bewertung der Vorhabendurchführung

Das Gesamtvorhaben ist im Großen und Ganzen planmäßig und erfolgreich umgesetzt worden.

Lediglich die Lieferung der Röntgenanlage war um einige Monate verzögert, so dass eine einmalige Projektlaufzeitverlängerung bis 30.10.2014 beantragt werden musste.

Ebenso wurde eine zur ursprünglichen Antragstellung zusätzliche Mittelbewilligung beantragt, um die akustischen Grundsatzuntersuchungen durchführen zu können.

Die Inbetriebnahme der Anlage durch den GA in der Zeit von Juni bis Anfang September 2014 verlief ebenso reibungslos.

Noch vor Projektende, d.h. ab Anfang Oktober konnte die „i.O.“ und „nicht-i.O.“ – Kalibrierung der Röntgenanlage vorgenommen werden.

Da die Anlage – ursprünglich als reine inline-Variante – konzipiert wurde, sich aber herausstellte, dass es zweckmäßiger sein kann, wenn die Anlage auch offline (i.S. Stichprobenendkontrolle) funktioniert, wurde durch den Lieferanten noch eine Umprogrammierung vorgenommen und ein eigener Schwellenantrieb (Transport durch die Anlage) installiert.

Seit Abschluss dieser Arbeiten, also seit Oktober 2014 läuft die Anlage im vier-schichtigen Dauerbetrieb, störungsfrei und nahezu ausschussfrei mit einer hohen Fertigungsqualität.

3.2. Stoff- und Energiebilanz

Gegenstand der Investitionsförderung war die Errichtung der Fertigungsanlage für kreosotfreie Bahnschwellen.

Für die Errichtung / Herstellung der Fertigungsanlage selbst kann mangels Daten keine Aussage zur Stoff- und Energiebilanz aufgestellt werden.

Dagegen spiegelt sich die Stoff- und Energiebilanz von der Kunststoffschwellenfertigung selbst im weiter unten folgenden Punkt 3.4. Wirtschaftlichkeitsanalyse wider, da darin die Daten der Material- und Energieaufwendungen eingehen.

Ein direkter Vergleich mit der Stoff- und Energiebilanz bei der Produktion von Holz- bzw. Betonschwellen kann nicht getroffen werden, da solche Daten von den Betreibern entsprechender Fertigungsanlagen nicht öffentlich zur Verfügung gestellt werden.

3.3. Umweltbilanz

Ziel ist es, die Umwelt nachhaltig von den 170 Jahre langen Schadstoffbelastungen durch mit Steinkohlenteer imprägnierte Hölzer zu entlasten.

Das durchgeführte Vorhaben leistet insgesamt 8 klar benennbare Umweltentlastungen, die im Weiteren einzeln betrachtet werden:

1. KREOSOT-Entlastung

In der DB Netz AG sind rund 20 Mio Holzschwellen als Gleis-, Weichen- und Brückenschwellen (in EUROPA: > 100 Mio Stück) verlegt, die im Laufe ihrer Lebensdauer (Ø 27 Jahre) erhebliche Mengen des Umweltschadstoffes KREOSOT in die Umwelt entlassen. Bei kontinuierlichem Ersatz der imprägnierten Holzschwellen durch die RPT®-Schwelle werden entsprechende Mengen Kreosot nicht mehr ubiquitär in die Umwelt abgegeben. Außerdem muss Kreosot nicht mehr hergestellt (Fa. Rütgers)² und damit auch in den Imprägnierwerken nicht mehr mit dem gesundheitsschädlichen Stoff umgegangen werden.

2. Lärm- und Körperschalldämpfung

Aus dem durchgeführten Meßprogramm ergeben sich Ansätze, die auf ein erhebliches Luft- und Körperschalldämpfungspotential hinweisen (vgl. unten 3.6.).

3. Energieeinsparung in der Herstellung

Die Kunststoffrecyclatschwelle steht neben der Kreosot-Holzschwelle langfristig in wichtigen Anwendungen auch im Wettbewerb mit der Betonschwelle. Bekannt ist, dass die im Beton eingesetzten hochwertigen Portlandzemente einen erheblichen Energieverbrauch haben und den CO₂-Ausstoß erhöhen.

Das wird auch dadurch nicht besser, dass vielfach sog. Ersatzbrennstoffe/EBS als Energieträger (Ersatz für fossile Brennstoffe) zum Einsatz kommen, da erstens zur Herstellung der EBS auch nicht unerheblich Energie benötigt wird und zweitens die EBS oft auch fossilen Ursprungs (Kunststoffagglomerate) sind.

Im Unterschied hierzu emittiert die Kunststoffrecyclatschwelle bei der Anwendung keinerlei CO₂ und zur Herstellung wird kaum mehr Energie benötigt als zur EBS-Produktion.

4. Verwendung von Recyclaten³

Bei Verwendung von definierten und überwachten Recycling-Polyolefinen wird diesen Kunststoffen nach ihrem ersten Einsatzzweck (z.B. 50 Jahre als Druckwasserrohr) oder als Produktionsabfall ein zweiter Produkt-Lebenszyklus ermöglicht. Das verbessert die ÖKO-Bilanz dieses Produktes erheblich und schont fossile Rohstoffe für höherwertige Verwendungszwecke.

² <http://de.scribd.com/doc/95267921/Kreosot>

³ Der Einsatz von Glasfaserproduktionsabfällen wurde untersucht und ist von der Rezeptur her machbar. Sobald geeignete Zerkleinerungs- und Dosiertechnologien entwickelt sind, kann Recyclatglasfaser eingesetzt werden.

5. Lebensdauer

Die Lebensdauer der RPT® wird (in Anlehnung an Erfahrungen mit HDPE-Druckwasserrohren unter dynamischer Dauerbelastung in und bei Eisenbahngleisen) voraussichtlich bei mehr als 50 Jahren liegen.

Dadurch, dass sowohl die Holz- als auch Betonschwellen durch deutlich geringere, maximal etwa halb so lange Lebensdauern auffallen, verringert dies die life-cycle-costs erheblich.

Außerdem entfällt je ein kompletter Herstell- und Einbau-Zyklus, was weitere stoffliche Ressourcen und Energieaufwendungen spart.

6. Wiederverwendung durch Recycling

Die RPT® wird nach ihrem Lebensdauerende genauso, wie Fehlchargen und Produktionsabfälle bei ihrer Herstellung, durch Zumischung in Neuschwellenrezepturen wiederverwendet.

Das spart fossile Ressourcen.

Selbst ein Verbrennen oder die Nutzung als EBS statt stofflicher Wiederverwertung würde ebenso nahezu schadstofffrei – allerdings unter CO₂-Freisetzung erfolgen.

Auch eine Holzschwelle muß nach dem Ausbau nur unter CO₂-Freisetzung in einer Sonderabfallverbrennung entsorgt werden.

Für Material aus ausgebauten und recycelten Betonschwellen ist der Einsatz derzeit in Neuschwellen verboten, da sich wohl die gewünschten Eigenschafts-Verhältnisse nicht mehr steuern lassen. Hier wird die Nutzung von mit hohem Energieaufwand hergestelltem Recyclingmaterial im Unterbau z.B. von Straßen praktiziert.

7. Produktion zeitlich einbaunah

Die Produktion der RPT® kann zeitlich nahe dem Einbauzeitpunkt erfolgen. Bahnschwellen aus Holz müssen 2 Jahre lagern, dann imprägniert werden und müssen so bedarfsunabhängig immer auf Vorrat produziert werden, was Ressourcen und Kapital bindet.

8. ressourcensparende Fertigung von Weichen- und Brückenschwellen

Die Produktion der RPT® für den Einsatz als Weichen- und Brückenschwellen kann auf Grund der Extrusionstechnologie endlos erfolgen.

Das ist von Bedeutung, da bei Weichen und Brücken nahezu jede Schwelle ein Unikat in Bezug auf Länge, Schraubenbohrungen und Ausfräsungen ist.

Bei Betonschwellen müssen hunderte von Formen vorgehalten werden, um die Vielfalt abzubilden und der Prozess ist auf Grund der Spannbetonproblematik sehr aufwändig.

Die RPT® verbraucht also weniger Technologie, weniger Rohstoffe, weniger Energie und weniger Manpower zu ihrer Fertigung.

Ökobilanz

Ergänzend zu den acht vorgenannten konkreten ökologischen Effekten wird dazu in einem vom 31.7.2013 bis 31.7.2015 laufenden FuE-Kooperationsprojekt des BmBF (Förderprogramm: KMU innovativ, FKZ 033RK007A) beim Projektträger FZ Jülich GmbH (FZJ) durch den Kooperationspartner von PAV, die SKZ-KFE gGmbH (Süddeutsches Kunststoffzentrum Würzburg) eine vergleichende Ökobilanz der Herstellung von kreosothaltigen Holzschwellen, Betonschwellen, Stahlschwellen, den PUR-Langglasfaserschwellen mit unseren PAV-RPT® Kunststoffrecyclatschwellen erarbeitet.

In diese Ökobilanz gehen die Betriebsdaten der in diesem UI-Programm geförderten Fertigungsanlage für Kunststoffrecyclatschwellen ein.

Die Ergebnisse dieser Ökobilanz werden dann veröffentlicht und können dem UBA nachträglich zur Verfügung gestellt werden.

3.4. Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung stand von Anbeginn der Beschäftigung mit der Entwicklung einer Kunststoffrecyclatbahnschwelle im Focus, da PAV oder spätere Investoren als wirtschaftlich tätige Unternehmen mit diesem Produkt Erlös und Gewinn erwirtschaften müssen und wollen.

Da eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (Vorkalkulation) bereits im Vorfeld erfolgte, war zu prüfen, inwieweit sich die Annahmen nach der Realisierung der Fertigungsanlage bestätigt oder verbessert haben.

Vorwegzuschicken ist jedoch, dass von vorn herein klar war, dass die zu errichtende Anlage als singuläre Anlage noch nicht besonders wirtschaftlich sein wird, da der Personaleinsatz für eine Anlage etwa der selbe ist, wie für die kleinste wirtschaftlich sinnvoll zu betreibende Fertigung mit 4-5 parallelen Linien.

Um das Problem der überproportional hohen Personalkosten nur einer Linie abzumildern, wurde die Anlage so ausgestattet, dass die Linie außer an den Tagschichten ansonsten personalfrei läuft.

Bei auftretenden Störungen außerhalb der Tagschichten fährt die Anlage herunter, um Havarien zu vermeiden.

Das bedeutet, dass zwar nicht produziert wird, aber dass auch keine (nachts, wegen das Alleinarbeitsverbotes der Gewerbeaufsicht Aurich sogar doppelten) Personalkosten anfallen.

Durch das Ab- und erneute Anfahren wird allerdings ca. eine Schwellenlänge Ausschuss produziert.

Grundsätzlich bedeutet „Ausschuss“ kein Problem, da die Ausschussschwellen wieder aufgemahlen werden und als Recyclat mit Gehalten von 5 Ma-% wieder der Rezeptur zugesetzt werden.

In dem FuE-Projekt mit dem KuZ wurde gezeigt, dass Rezepturen mit bis zu 50 Ma-% Schwellenrecyclat problemlos funktionieren.

Aus Gründen des schlechteren Aufschmelzverhaltens von Schwellenmahlgut (Vermeidung von Schwankungen im Extrusionsprozeß) und wegen der vorge-schädigten Glasfasern (Verlust von mechanischer Festigkeit) wurde intern gere-gelt, dass das Zusetzen von Recyclat auf 5 Ma-% beschränkt wird.

So hergestellte Schwellen lassen sich von Schwellen ohne Schwellenrecyclat-zu-satz nicht in den Material- und Schwellenkennwerten unterscheiden.

Die Schwellenrücknahmeerklärung (Rücknahme gegen Vergütung = Aufkauf aus-gebauter Schwellen) gegenüber der DB Netz AG und anderen Kunden ist ein we-sentliches Marketinginstrument im Vertrieb, da das ein Alleinstellungsmerkmal von PAV ist.

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wurden die entscheidenden Kennziffern ermittelt.

Das sind neben den Rohstoff- und Energiekosten sowie der Absetzung für Abnut-zung (AfA) für die Investition im Wesentlichen die Personalkosten.

Gegenüber der Vorkalkulation hat sich der HD-PE-Recyclatpreis um 10 % erhöht, während GF günstiger eingekauft werden konnte.

Die Stromanschlusssdaten und geschätzten Strompreise stellten sich als richtig heraus.

Die Personalkosten konnten aufgrund des höheren erreichten Automatisierungs-grades gegenüber den Schätzungen vor der Investitionsdurchführung erheblich (um ca. 50 %) gesenkt werden.

Außerdem wurde die Gesamtinvestition etwa 6 % günstiger, was die AfA senkt.

Die erste Linie einer Kleinserienanlage ist gerade so wirtschaftlich, produziert zu-mindest keine Defizite.

Da es aber nicht das Ziel sein kann, nur eine Linie zu betreiben, wird die Wirt-schaftlichkeit eines Werkes mit beispielsweise 30 Linien verbessert.

Ein Schwellenwerk mit 30 Linien kann etwa die Hälfte aller von der DB Netz AG benötigten und in Zukunft nicht durch Betonschwellen ersetzbaren kreosothaltigen Holzschwellen ersetzen.⁴

Interne Berechnungen zeigen, dass ein Schwellenwerk in dieser Größenordnung rentabel arbeiten kann.

3.5. Technischer Vergleich zu Wettbewerbsverfahren

Für unsere Kunststoffrecyclatbahnschwelle gibt es praktisch nur einen aktiven Wettbewerber, der in einem Pultrusionsverfahren mit Langglasfasern und Polyurethan-Systemen eine PUR-Langglasfaserschwelle herstellt. Diese Schwelle ist technisch sehr gut, und besitzt als einzige Kunststoffschwelle der Welt neben unserer, alle EBA-Zulassungen.

Diese PUR-Langglasfaserschwelle wird auf Grund des teuren Materials und des aufwändigen Herstellungsverfahrens teurer am Markt angeboten, als unsere RPT-Schwelle.

Außerdem ist neben dem Einsatz von Neukunststoff zusätzlich ökologisch problematisch, dass noch der Transportaufwand der Schwellen aus Übersee mit Umweltbelastungen verbunden ist.

Die PAV-Schwelle ist:

- preiswerter herstellbar
- herstellbar aus Recyclingkunststoff
- selbst wieder recycelbar
- ohne die Entstehung gefährlichen Glasfaserstaubs produzierbar⁵
- nicht entzündlich und nicht ohne dauerhafte fremde Zündquelle brennbar

In dem in 3.3. aufgeführten FuE-Projekt sollen in der beabsichtigten vergleichenden Ökobilanz auch die exakten ökologischen Vergleiche der PAV-Schwelle und der PUR-Langglasfaserschwelle ermittelt werden.

Neben den vorgenannten Produkten existieren qualitativ minderwertige weitere Bahnschwellen (vier Wettbewerber) ohne jegliche Chancen auf EBA-Zulassungen⁶, da die in Intrusionsverfahren oder durch Pressintern meist aus Mischkunststoffen (ähnlich „Gelber Sack“) hergestellten Schwellen nicht annähernd die vom EBA geforderten Schwellenkenwerte aufweisen.

Ungeachtet der ungenügenden Qualitäten der „Mischkunststoff-Schwellen“ der Wettbewerber ist das PAV-Verfahren durch Großprofilextrusion wirtschaftlich erfolgreich, technologisch sinnvoll (jede Länge herstellbar) und modern.

Die Extrusion ist auch vom Energiebedarf her optimal.

⁴ Workshop „Ausstieg aus Kreosot“ im BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)/Bonn, Robert-Schuman-Platz 3 am 23. Oktober 2013, Vortrags-Chart Herr Suhren DB Netz AG

⁵ Bericht über die Messung von Gefahrstoffen in Materialproben in Arbeitsbereichen nach § 19 SGB VII – Az 1CU170513S – gemessen am Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) Sankt Augustin (No 2013-1455) vom 26.4.2013

⁶ Persönliche Mitteilung aus dem EBA

3.6. Messergebnisse Luft- und Körperschall

Die Vermutung, dass auf Polyolefin basierte Kunststoffschwellen möglicherweise bessere Schall- und Körperschalldämpfungseigenschaften besitzen als Beton-, Holz oder FFU-Kunstholzschwellen resultiert allein schon aus den unterschiedlichen Schallausbreitungsgeschwindigkeiten in diesen Materialien.

Der tatsächliche Praxistest ist jedoch nur möglich, wenn direkte Schallmessungen an unterschiedlich mit Schwellenarten bestückten Bahnstreckenabschnitten bei Zugvorbeifahrt vorgenommen werden.

Solche Messungen sind einerseits teuer und aufwändig, andererseits stehen Strecken mit RPT-Schwellen noch nicht zur Verfügung

Eine preiswertere Laborprüfmethode unter Messung des Schalldruckes nach Anregung und anschließender vergleichender rechnerischer Verarbeitung in komplexen Waggon-Rad-Schiene-Gleiskörpersystemen führt ein auf Bahnlärmessungen spezialisiertes Münchener Unternehmen durch.

Dieses Labormess - Programm wurde von PAV beauftragt, um das Potential der RPT®-Schwelle im direkten Vergleich mit Betonschwellen (mit verschiedenen harten und ohne Unterlagen) sowie Holz- und PUR-Langglasfaserschwellen zu bestimmen.

Die intern vorliegenden Ergebnisse sind sehr ermutigend:

Die Kernaussage lautet:

„Hierbei ergab sich, dass die Kunststoffrecyclatschwellen über den gesamten Frequenzbereich betrachtet, das beste Dämpfungsvermögen aller untersuchter Schwellen haben.“

Insbesondere werden sich Effekte beim Einsatz von Kunststoffschwellen ohne Unterlagen gegenüber Betonschwellen mit Unterlagen nicht nur in Bezug auf Schall- und Schwingungsdämpfung ergeben, sondern auch durch den Wegfall der Unterlagen selber (Material- und Montageaufwandseinsparung).

Betrachtet man ganz spezielle Frequenzbereiche des hörbaren Schalles, so können die Effekte der Schalldämpfung in der Praxis u.U. erheblich sein. Ausdruck für die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres ist die sogenannte „Hörfläche“ des Menschen (Quelle: ⁷)

⁷ http://de.wikipedia.org/wiki/Auditive_Wahrnehmung

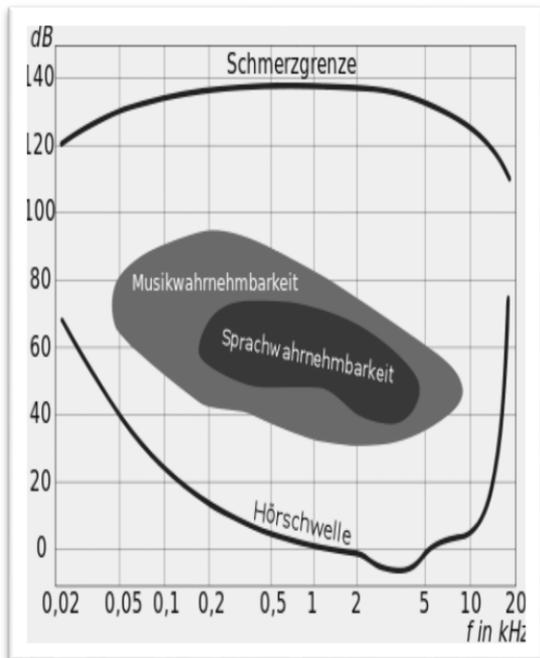


Abb. 2 Hörfläche des Menschen

Betrachtet man dabei z.B. den Frequenzbereich, in dem die bei den Messungen ermittelte Schalldruckkurve für die Kunststoffschwelle ohne Unterlage im Schnitt bis zu 5-10 dB unter den Kurven der anderen Schwellen mit weichen Zwischenlagen (Zw700) liegt, so ist das gerade der zentrale Frequenzbereich in der Hörfläche des Menschen (Abb. 2) in der das Hörvermögen des Menschen am besten ist, nämlich zwischen 500 und 2.500 Hz.

Das bedeutet, dass die Wahrnehmung der Schalldämpfung des Menschen möglicherweise noch bessere Ergebnisse liefern könnte, als Messungen es aussagen.

Die Überprüfung kann nur die Messung am Gleis bei Zugvorbeifahrt liefern.

4. Empfehlungen

4.1. Erfahrungen in der Praxiseinführung

Es war zu Beginn dieses Projektes mit der DB Netz AG geplant, parallel zu diesem Projekt Betriebserprobungsstrecken zu errichten.

Leider zögerten sich die Verhandlungen mit der DB Netz AG über den Betriebserprobungsvertrag aus den verschiedensten Gründen auf Seiten der DB Netz immer wieder hinaus.

Erst im Herbst 2014 wurde ein Betriebserprobungsvertrag geschlossen, der in 2015 die ersten Strecken- und Brückenprojekte vorsieht. Vertragspartner der DB Netz AG ist allerdings dann nicht mehr PAV sondern der auf der InnoTrans 2014 im September gewonnene weltweite Vertriebspartner und Investor, der mit der DB Netz AG auf Augenhöhe verhandelnd der Erprobungsvertrag ausverhandelte.

Erste RPT® - Schwellen liegen zwar schon aus Korrosionsstabilitätsgründen im Bereich der Natronlaugeabfüllung bei der BASF in Schwarzheide, jedoch ist über Praxiserfahrungen bei der DB Netz AG noch nichts zu berichten.

4.2. Modellcharakter

Das modellhafte an der geförderten Anlage ist die Fertigung von Großprofilen aus thermoplastischen PO-Recyclaten mit Glasfasern durch Extrusion.

Die Großprofilextrusion ist bei Herstellern wie SIMONA AG oder GEHR GmbH für PP, PE oder PAV (auch mit GF-Anteilen) durchaus bekannt.

So werden hochwertigste Vollprofil-Rohlinge für die zerspanende Weiterverarbeitung in Rundprofilform von bis zu 700 mm Durchmesser hergestellt.

Diese Verfahren sind extrem langsam (ca. 10 kg/h), was aber durch die sehr hohe Wertschöpfung, sichtbar im Verkaufspreis (VK) von > 10 €/kg⁸, gerechtfertigt ist.

Die PAV-Bahnschwellen haben diese Wertschöpfung nicht, da der bei den Bahnen künftig realisierbare Verkaufspreis der Schwellen bei etwa 2 €/kg liegt.

Somit ist eine qualitativ hochwertige Fertigung der Bahnschwellen, die sicherheitsrelevante Bauteile für die Bahn sind, nur mit einem mindestens um den Faktor 5 höheren Ausstoß (gegenüber der Großprofilfertigung bei SIMONA und GEHR) rentabel.

Das wurde technisch realisiert und war und ist neu, sehr anspruchsvoll und damit auch modellhaft. Es ist durchaus denkbar, dieses Verfahren auch auf die Großprofilfertigung für andere Anwendungen rentabel anzuwenden.

4.3. Vermarktung der Ergebnisse und Ausblick

Die Vermarktung der Ergebnisse besteht im Verkauf der produzierten Schwellen an die Bahnindustrie.

Um perspektivisch vom Preis und von den Stückzahlen her leistungsfähig zu sein, ist es erforderlich, diese erste Linie um weitere Linien in den nächsten 1 – 3 Jahren zu erweitern.

Außerdem ist ein mindestens europaweiter Vertrieb der Schwellen aufzubauen.

Da diese erforderlichen Investitionen in Technik und den Vertriebsnetzaufbau die Wirtschaftskraft von PAV um ein Vielfaches übersteigen, wurde nach einem Kooperationspartner gesucht. Es konnte nach vielen Gesprächen und Verhandlungen mit infrage kommenden Unternehmen auf der INNOTRANS 2014 in Berlin ein Vertriebspartner und Investor gefunden werden, der mit PAV gemeinsam die Produktionserweiterung und den weltweiten Vertrieb aufbaut.

⁸ Auskunft: Carl Später GmbH Berlin, Vertrieb Vollprofile, Herr Thorsten Thater: Preis HDPE-Profil (schwarz) 600 mm Ø bei 1.000 mm Länge des Herstellers SIMONA AG vom 20.11.2014, kg-Preis 11,30 €.

Folgende Ergebnisse wurden erreicht: Der Produktionsstandort am Investitionsort in Wiesmoor bleibt mindestens mittelfristig erhalten und wird erweitert.

PAV profitiert an den Erlösen aus dem Vertrieb.

PAV beliefert die Fertigung mit Kunststoffrecyclaten.

Es wird damit gerechnet, dass in 2015 die gesamte Jahresproduktion von ca. 3.000 bis 4.000 Schwellen für Teststrecken der DB Netz AG, SNCF (Frankreich), SBB/BLS (Schweiz), ÖBB (Österreich) und verschiedener Privatbahnen und Händler (z.B. Fehlings) verkauft werden kann und ab Mitte 2015 bereits die nächste Linie in Produktion gehen muss.

Sollte sich das Lärm- und Körperschallminderungspotential in Messungen bei der DB Netz AG bestätigen, werden die Bahnen sicher auch bei Lärmsanierungsmaßnahmen die RPT®-Kunststoffschwellen einsetzen, auch als Ersatz für laute Betonschwellen und nicht nur als Ersatz für kreosotgetränkte Holzschwellen.

Ausblick:

Neben dem Ausbau der Fertigung und des Vertriebs sind Weiterentwicklungen der Schwellen geplant, da sich Innovationen (Rezeptur, Form, Ausführungen) wegen der immer wieder neu erforderlichen neuen EBA-Zulassung nicht in den zugelassenen Produkten umsetzen lassen.

So ist derzeit beispielsweise der Rezepturenentwicklungsstand von 2008 „eingefroren“, da darauf die derzeitigen EBA-Zulassungen beruhen.

In den FuE-Projekten wurden Rezepturen mit verfügbaren Kunststoffen entwickelt, die deutlich bessere mechanische Kennwerte der Schwellen versprechen und zudem preiswerter sind als das Rohr-Recyclat.

Weitere Entwicklungen sind geplant.

Die Arbeiten bis zum Vorliegen von Ergebnissen solcher Entwicklungen im Sinne von EBA-zugelassenen Schwellentypen werden voraussichtlich bis fünf Jahre dauern.

4.4. Zusammenfassung

Ziel des im Zeitraum 27.5.2013 bis 30.10.2014 durchgeführten Projektes, finanziert aus Mitteln des Umweltinnovationsprogrammes (UIP) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit war es, die Produktion der von PAV GmbH & Co KG in den letzten Jahren entwickelten Kunststoffrecyclatbahnschwellen als Ersatz für kreosothaltige Holzbahnschwellen in eine erste industriell arbeitende Serienproduktionsanlage umzusetzen.

Die hergestellten Kunststoffbahnschwellen sollen zum Einen eine Alternative zu den ökologisch bedenklichen kreosotgetränkten Holzschwellen und diese nach Möglichkeit ersetzen. Darüber hinaus sollen durch Ermittlung des Lärm- und Erschütterungsminderungspotentials dieser Kunststoffschwellen Möglichkeiten des Einsatzes in Lärminderungsmaßnahmen der DB Netz AG und anderer Bahnen anstelle von Betonschwellen eröffnet werden.

In der technologischen Umsetzung des Vorhabens war es entscheidend, die Schwellen in höchster Qualität bei gleichzeitig gegenüber den in FuE-Vorhaben entwickelten Pilotanlagen wesentlich höheren Durchsätzen zu fertigen.

Folgende Ergebnisse konnten erreicht werden:

1. Es wurde eine industrielle Extrusionslinie für Kunststoffbahnschwellen errichtet.
2. Die erzielbaren Durchsätze konnten von 22 kg/h (Pilotanlage) auf bis zu 65 kg/h gesteigert werden.
3. Die Fertigungsqualität der Schwellen liegt weit über dem Niveau der auf der Pilotanlage gefertigten Schwellen, die aber bereits die Prüfungen zur EBA-Zulassung bestanden hatten.
4. Die Qualitätsüberwachung wurde auf Basis einer speziell entwickelten Röntgentechnologie etabliert, die sämtliche mechanischen und auch Rezepturfehler detektiert.
5. Die Fertigungsanlage wurde von den bei der DB Netz AG für die Lieferantenqualität verantwortlichen Mitarbeitern inspiziert und akzeptiert.
6. Circa einen Monat vor Projektende wurde ein kontinuierlicher Vier-Schicht-Dauerbetrieb aufgenommen, der reibungslos und nahezu ausschusslos funktioniert (Ausschuss nur beim An- und Abfahren der Anlage).
7. Die vorab geplanten Energieverbräuche wurden eingehalten
8. Der hohe Automatisierungsgrad der Anlage gestattet einen nahezu personalfreien Betrieb der Anlage, was zu verringerten Personalkosten gegenüber der Anlagenbetriebsvorkalkulation führt.
9. Vergleichende Labormessungen und daraus abgeleitete Modellrechnungen des hörbaren und des Körperschalles lassen erwarten, dass die Kunststoffrecyclatbahnschwellen ein erhebliches Lärminderungspotential besitzen und dass die PAV-Kunststoffbahnschwellen bereits ohne Unterlagen bessere Bahnlärmeigenschaften besitzen als Betonschwellen mit Unterlagen.
10. Geplante Weiterentwicklungen der Schwellenrezepturen und der Herstellungstechnologie lassen Schwellen mit günstigeren Preisen und optimierten Zusatznutzen-Eigenschaften erwarten.
11. Es konnte auf der InnoTrans 2014 in Berlin (weltgrößte Messe für Eisenbahntechnik) ein Investor und Vertriebspartner gefunden werden, mit

dem der derzeitige Produktionsstandort um weitere Linien aufgestockt werden soll und mit dem der weltweite Absatz sichergestellt werden kann.

12. Das Projekt konnte durch die Fördermittel aus dem UIP erfolgreich umgesetzt werden.

Danksagung

PAV GmbH & Co KG bedankt sich beim BMUB, dem UBA und der KfW für die Unterstützung aus dem Umweltinnovationsprogramm.

Außerdem bedankt sich PAV bei den Kooperationspartnern, dem KuZ – Kunststoffzentrum in Leipzig gGmbH, SKZ-KFE gGmbH, EBA, Dr. Mattner, TU München, Bereich Prof. Freudenstein und bei verschiedenen Bereichen der DB Netz AG, insbes. I.NVT 41 (Herr Beck und Herr Dratwa) sowie I.NVP 24 (Herr Suhren und Herr Baum) für die Unterstützung und Geduld.

Berlin, den 30.11.2014

Dr. Frank Giesel - PAV GmbH & Co KG