

Entwicklung thermoplastischer Leiterplatten

Erfahrungen aus einem Verbundprojekt mit integrierter Begleitforschung

Dipl.-Ing. Martin Möller

GWTF-Jahrestagung, Berlin, 21. November 2008

Agenda

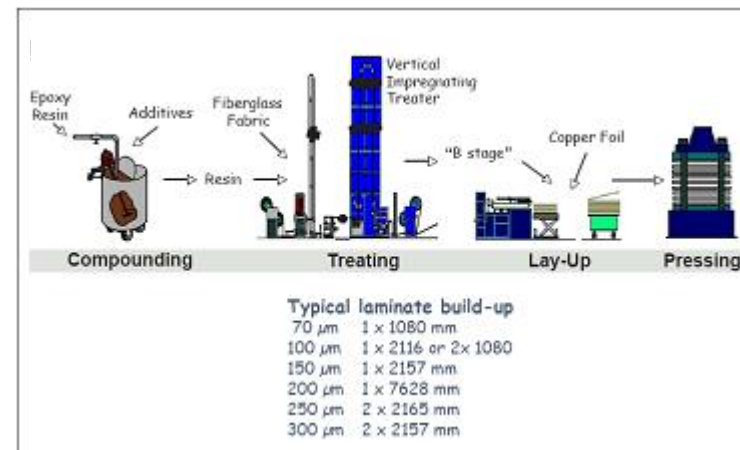
- Projektgenese und -design
- Ergebnisse der F&E-Arbeiten
- Charakterisierung der integrierten Begleitforschung
- Lessons learned
- Übertragung des Ansatzes auf andere Technologiefelder

Agenda

- *Projektgenese und -design*
- Ergebnisse der F&E-Arbeiten
- Charakterisierung der integrierten Begleitforschung
- Lessons learned
- Übertragung des Ansatzes auf andere Technologiefelder

Verbundvorhaben „Green-TV“ als Ideengeber für Innovationen in der Leiterplattentechnologie

- Herstellung des Leiterplatten-basismaterials typischerweise in Batch-Prozessen



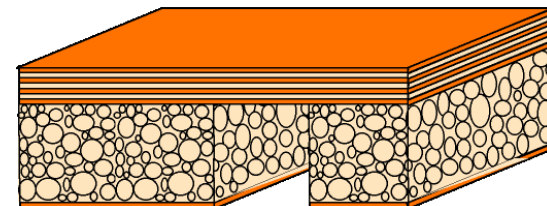
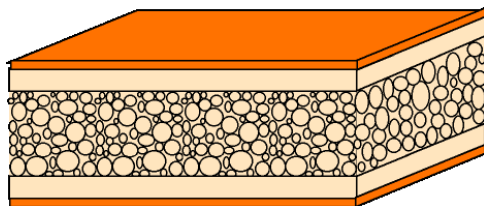
- Verwendung halogenierter Flammenschutzmittel (TBBA)
- Compliance mit RoHS-Anforderung (bleifreies Löten) anspruchsvoll
- Abtrennung der Polymerfraktion nicht praktikabel
- Behandlung ausgedienter Leiterplatten als Sondermüll

Vision für eine nachhaltige Leiterplattentechnologie

- Recyclingfähigkeit (WEEE-Compliance)
- Kompatibilität mit bleifreien Loten und Reduzierung des Gefahrstoffpotenzials (RoHS-Compliance)
- Optimierung der Umweltbelastungen entlang des gesamten Lebenszyklus (“life-cycle thinking”)
- ökonomische Wettbewerbsfähigkeit
- Konformität mit dem Anforderungsprofil konventioneller Leiterplatten
- technologische Kompatibilität mit der vorhandenen Infrastruktur zur Prozessierung des Leiterplattenbasismaterials

Konkrete Ziele für ein Verbundforschungsprojekt

- Entwicklung einer Leiterplatte auf der Basis von Hoch-Temperatur Thermoplasten (“HTT Boards”)
- Geschäumte Sandwichstruktur
- Kontinuierlicher Produktionsprozess
- Integration von Flex- und Multilayern
- Kompatibilität mit konventioneller Fertigungstechnologie für Leiterplatten (z.B. Print & Etch, Bestückung, Löten)
- Fertigung von Musterapplikationen zur Überprüfung der prinzipiellen Machbarkeit und Marktfähigkeit der Technologie
- integrierte Begleitforschung



Forschungsverbund mit kompetenten Know-how-Trägern für jede Einzelaufgabe



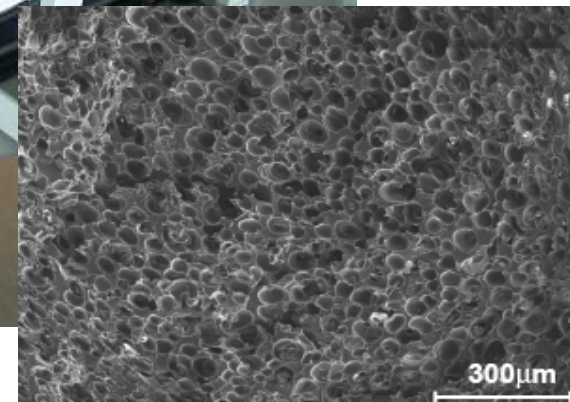
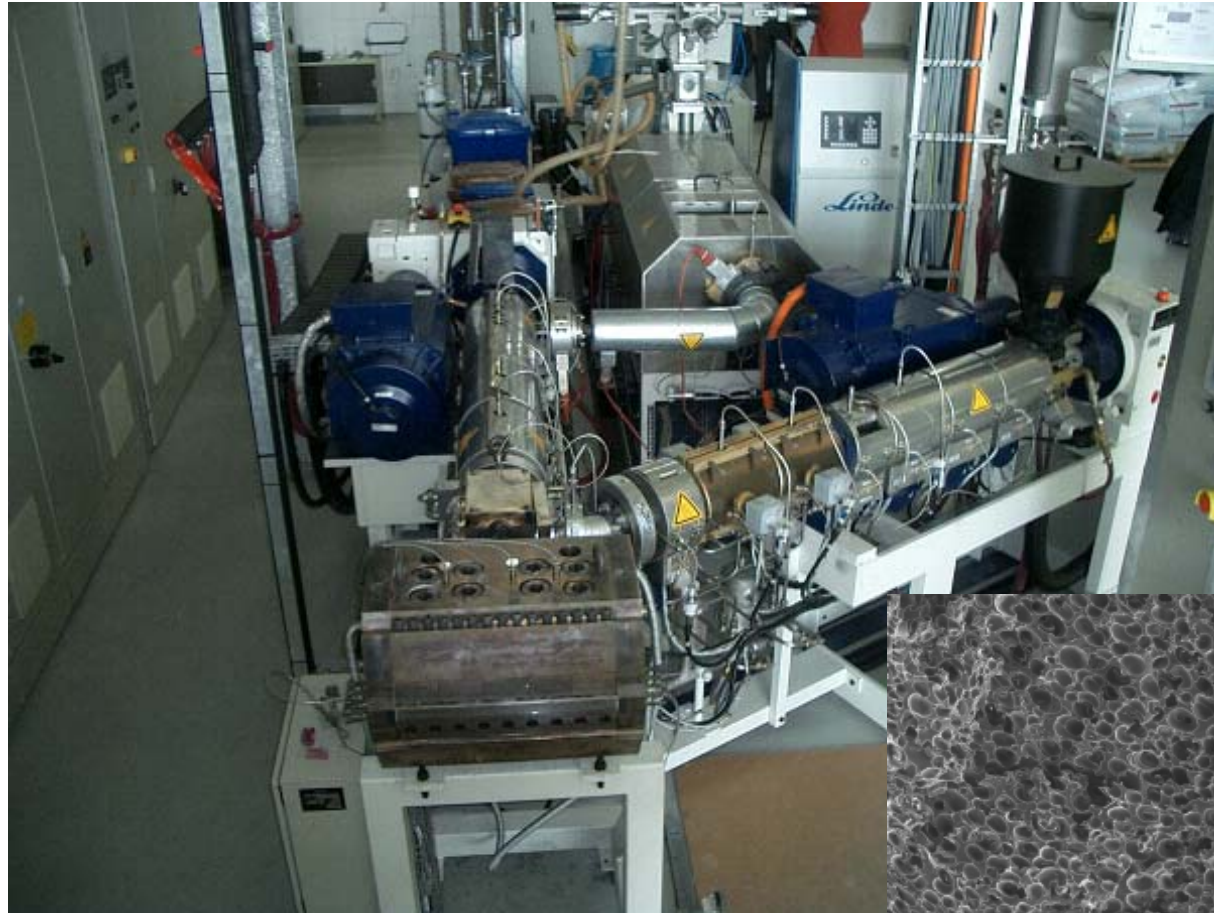
Zeitlicher Ablauf des Vorhabens

- Mai 2001 bis Juni 2004: Vorbereitungsphase
 - Entwicklung der Grundlagen
 - Nachweis der prinzipiellen Machbarkeit
- November 2004 bis Juni 2007: Qualifizierungsphase
 - Weiterführung der Entwicklungsarbeiten bis vor die industrielle Umsetzung
 - Durchführung von Sicherheits-, Zuverlässigkeits- und Dauergebrauchstests für erste Musterapplikationen

Agenda

- Projektgenese und -design
- ***Ergebnisse der F&E-Arbeiten***
- Charakterisierung der integrierten Begleitforschung
- Lessons learned
- Übertragung des Ansatzes auf andere Technologiefelder

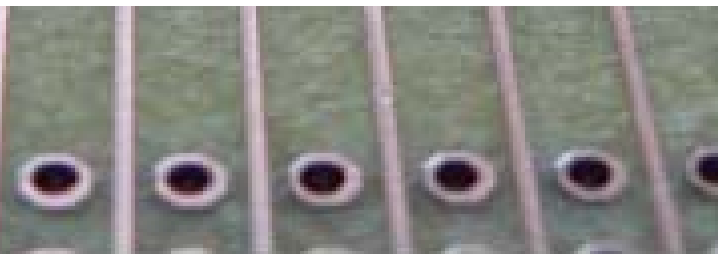
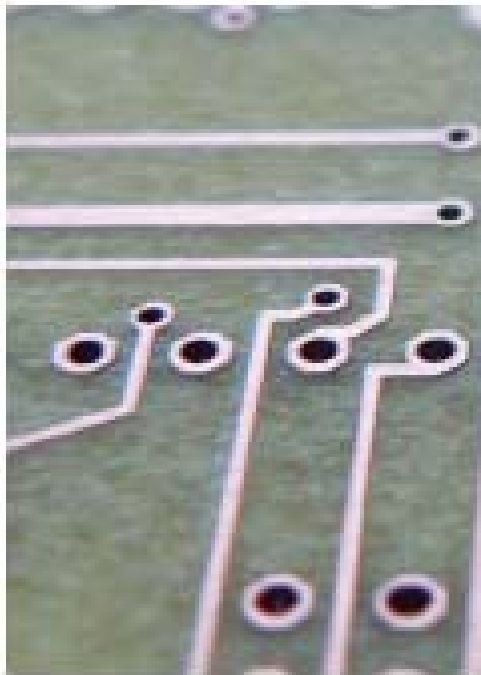
Kontinuierliche Produktion des geschäumten Basismaterials mittels Extrusionstechnologie



300µm

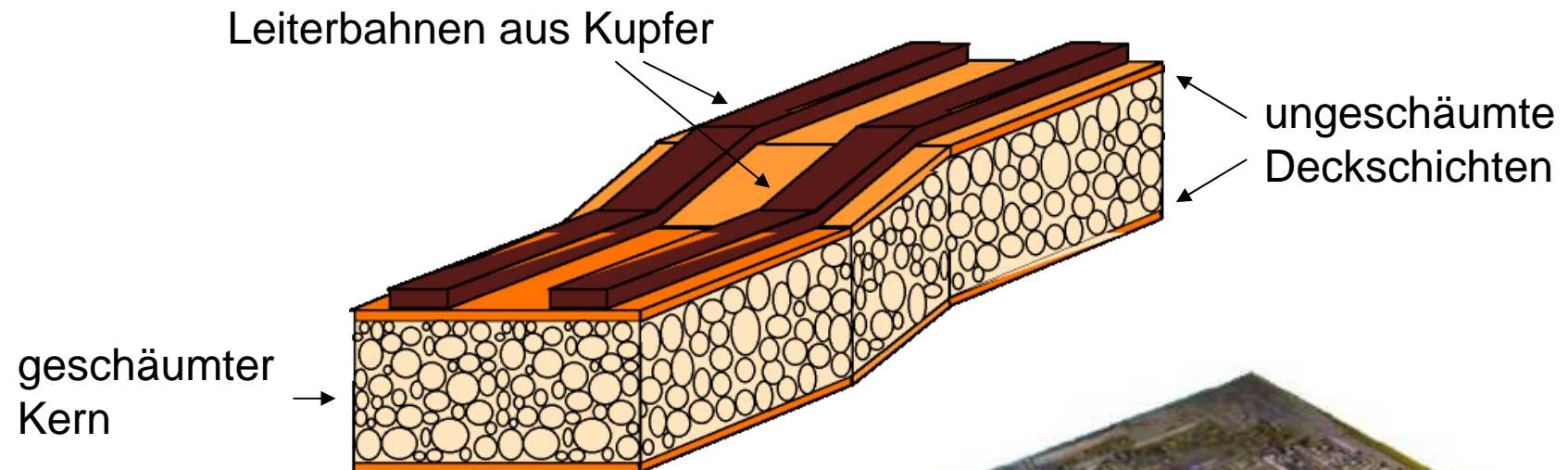
Erfolgreiche Leiterplattenprozessierung mit konventioneller Fertigungstechnik

HTT Schaumextrudat,
beidseitig kupferkaschiert



strukturiertes und
durchkontaktiertes
Schaltungsträger

Thermische Nachverformung als ein wesentlicher technologischer Vorteil



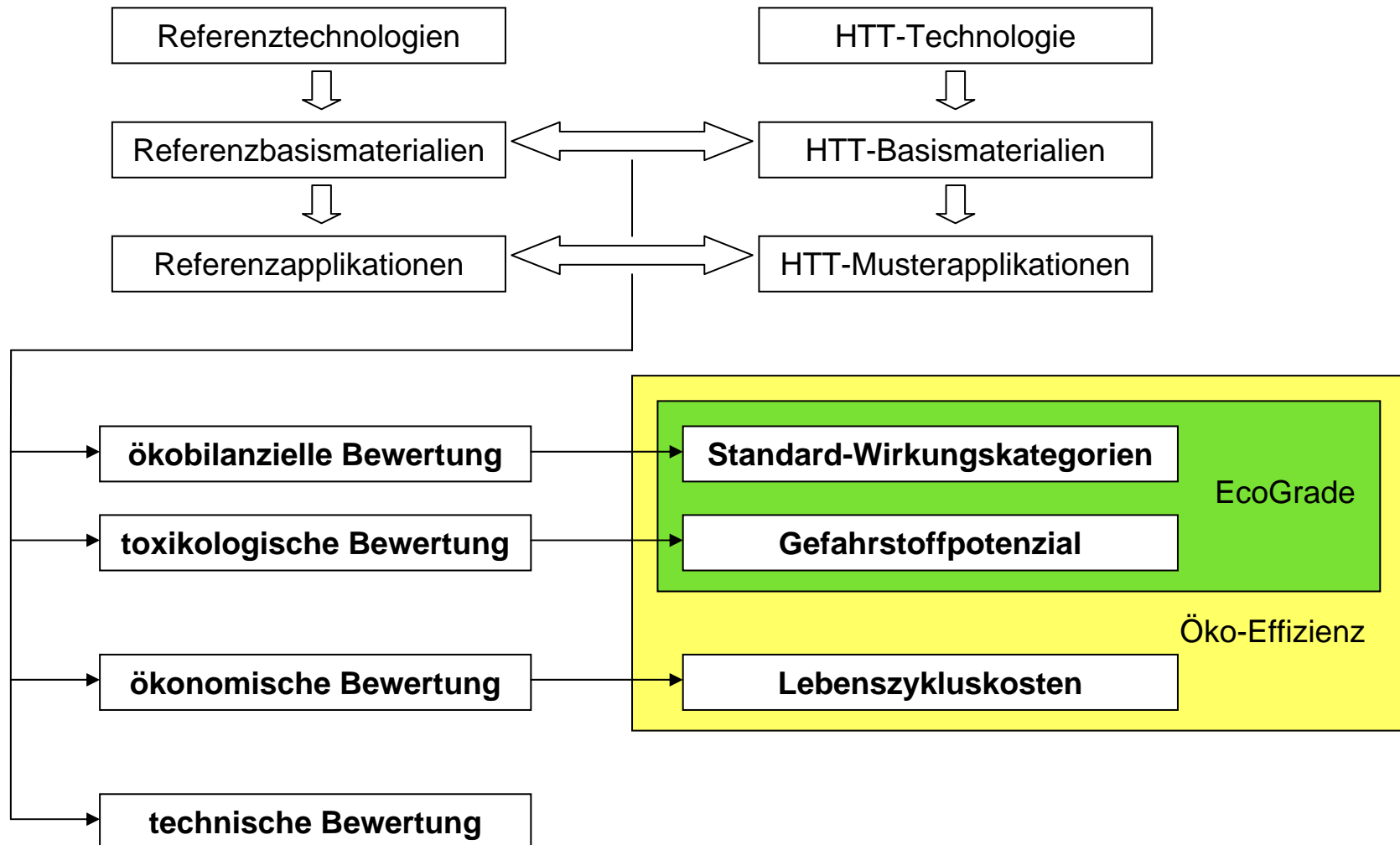
- Substitution von Multilayern
- Substitution von diskreten Bauteilen (z.B. Kabel- und Steckverbindungen)
- Nutzung als mechanische Verstärkung



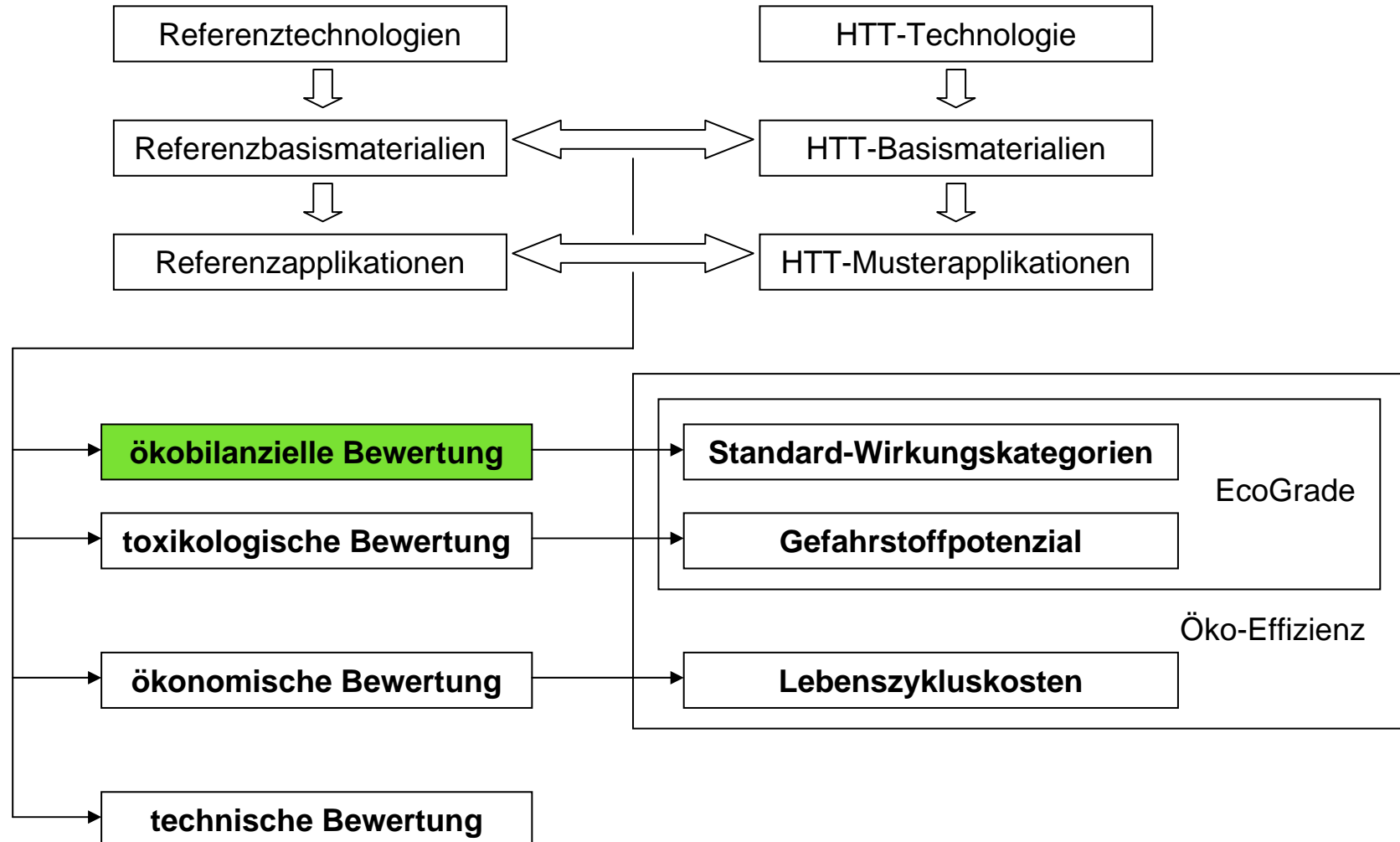
Agenda

- Projektgenese und -design
- Ergebnisse der F&E-Arbeiten
- ***Charakterisierung der integrierten Begleitforschung***
- Lessons learned
- Übertragung des Ansatzes auf andere Technologiefelder

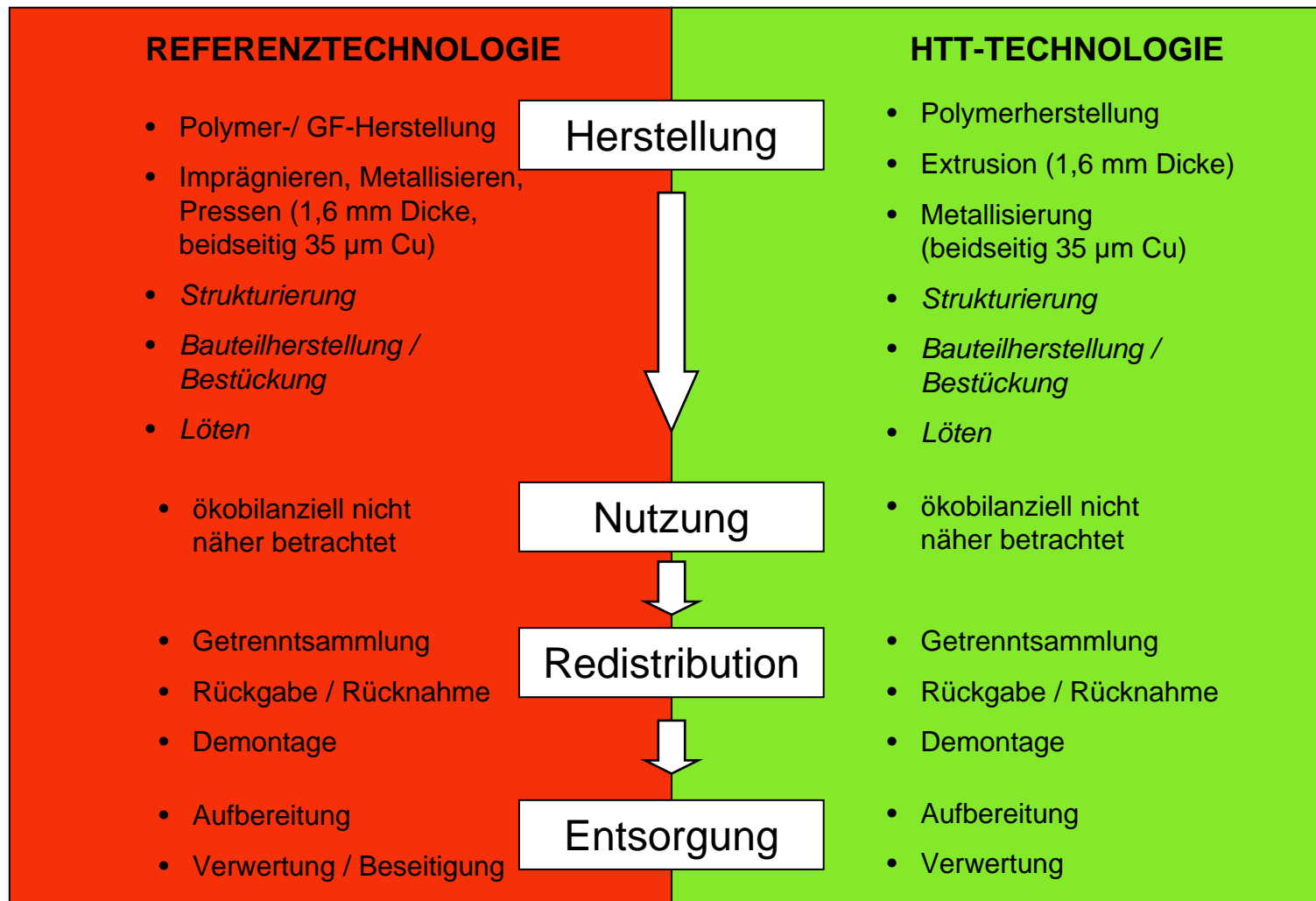
Zielstellung und Bestandteile der Begleitforschung



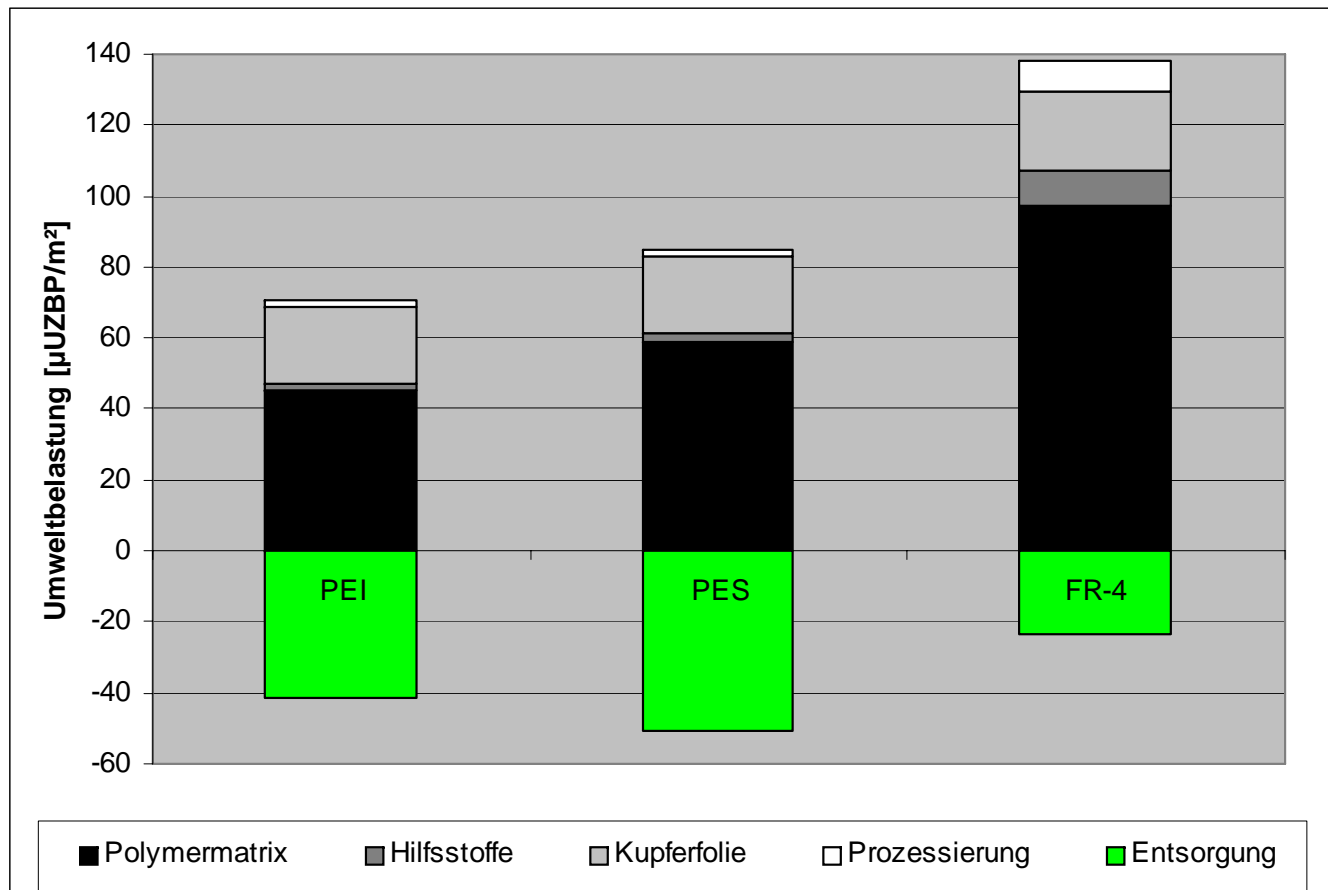
Bestandteile der Begleitforschung



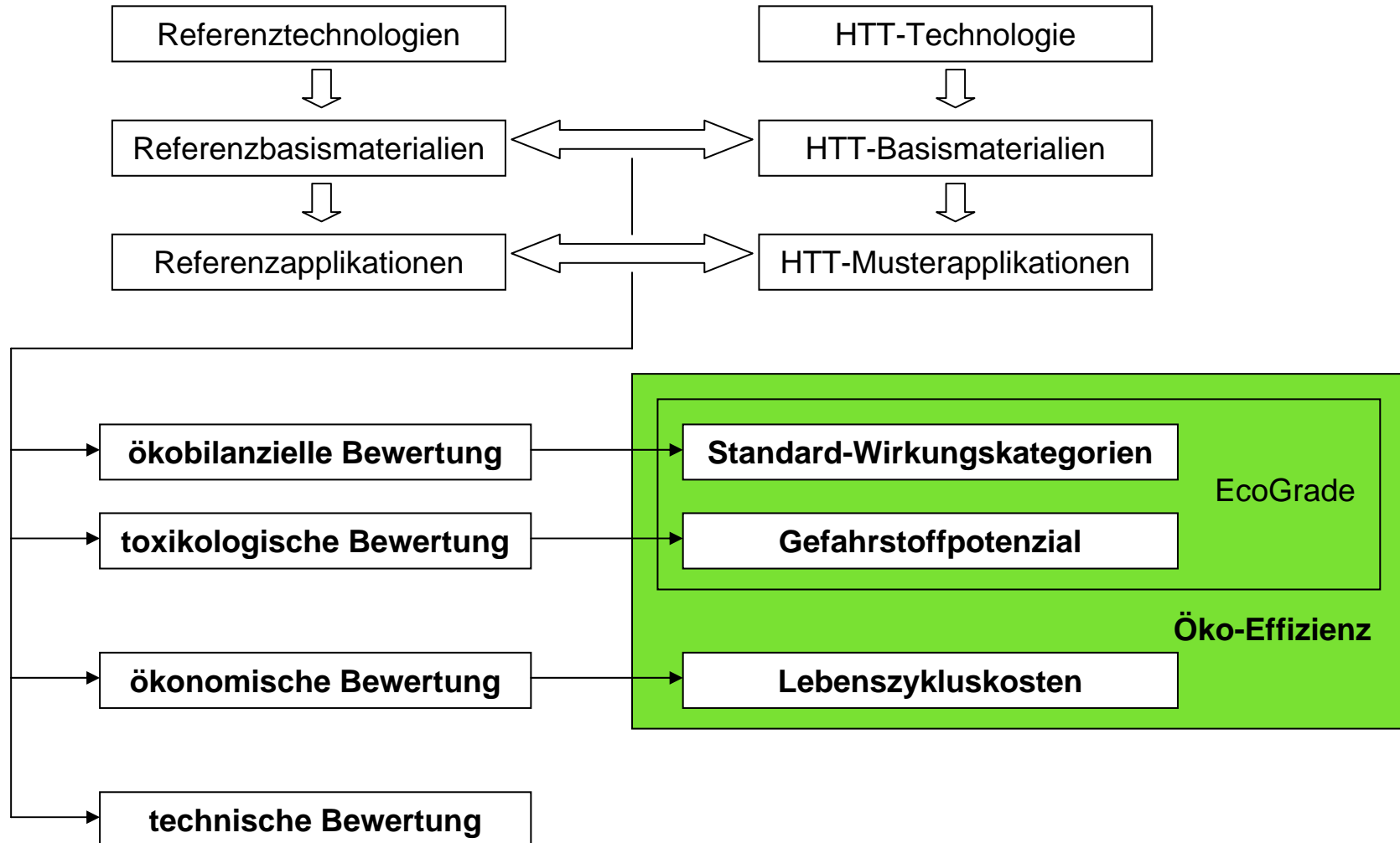
Untersuchung des Lebensweges von der „Wiege bis zur Bahre“



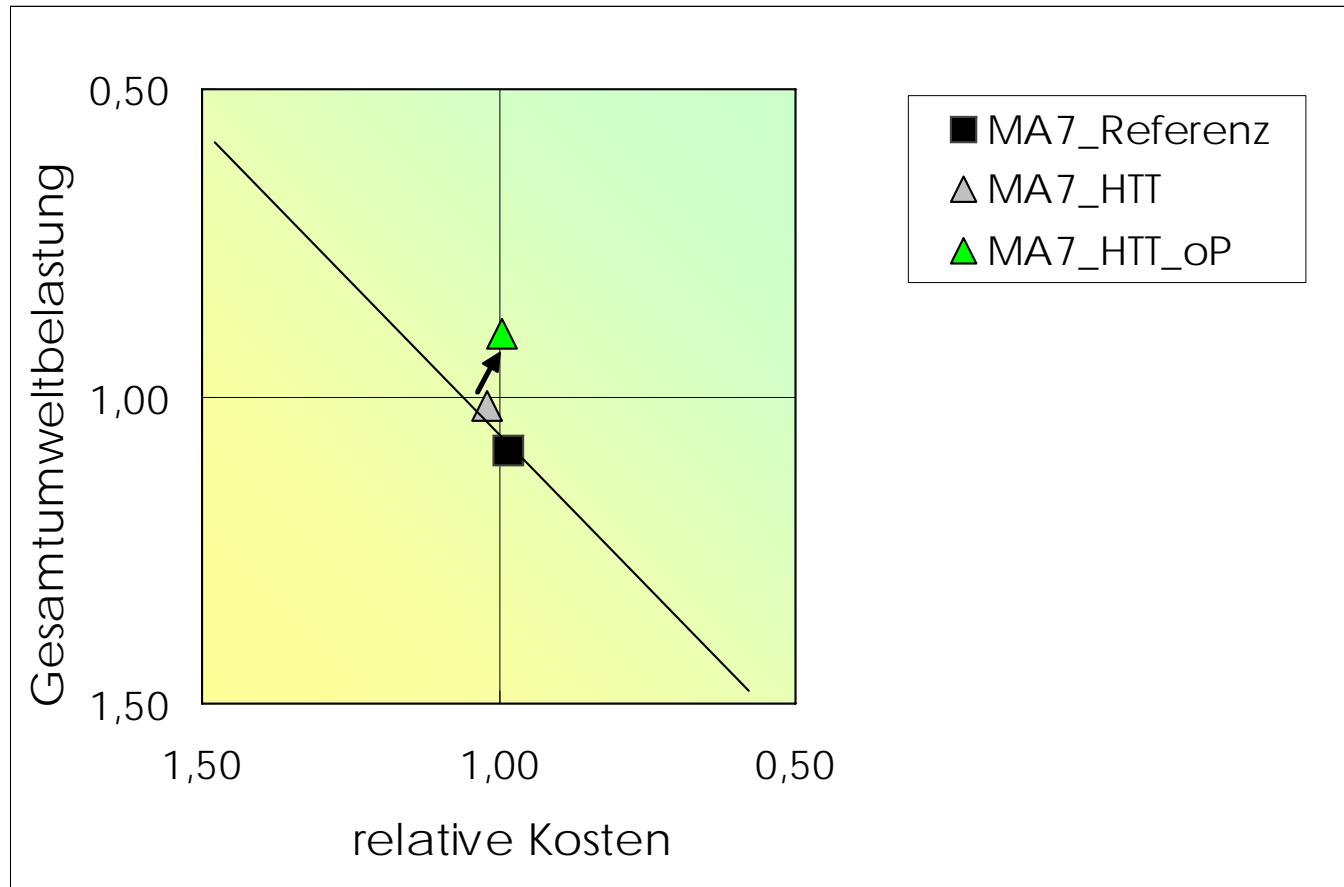
Ergebnisse für das Leiterplattenbasiematerial (Schaumextrudate)



Bestandteile der Begleitforschung

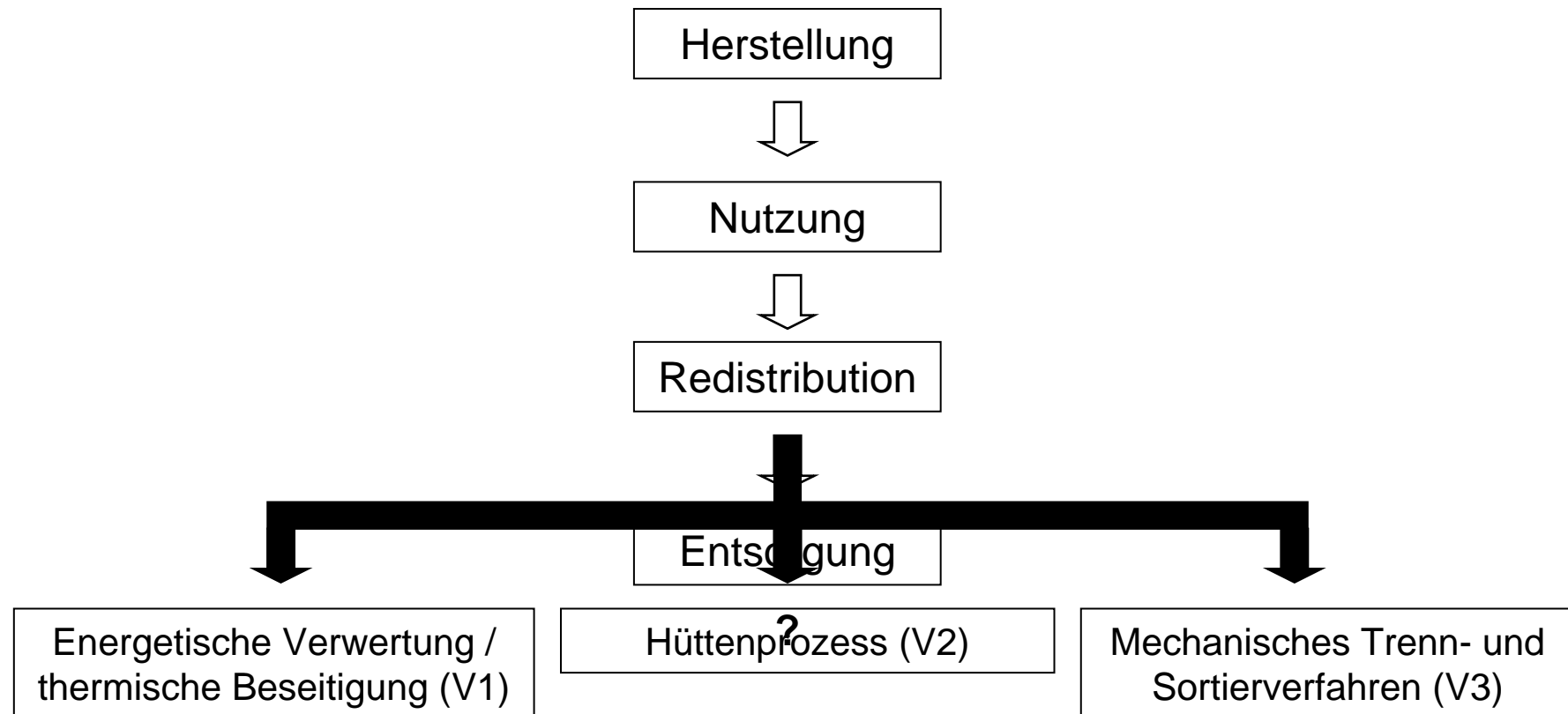


Ergebnisse der Öko-Effizienz-Analyse der Musterapplikation „Loewe-Tuner“ (MA7)



MA7_HTT_oP: kupferkaschiertes Leiterplattensubstrat ohne Prepreg

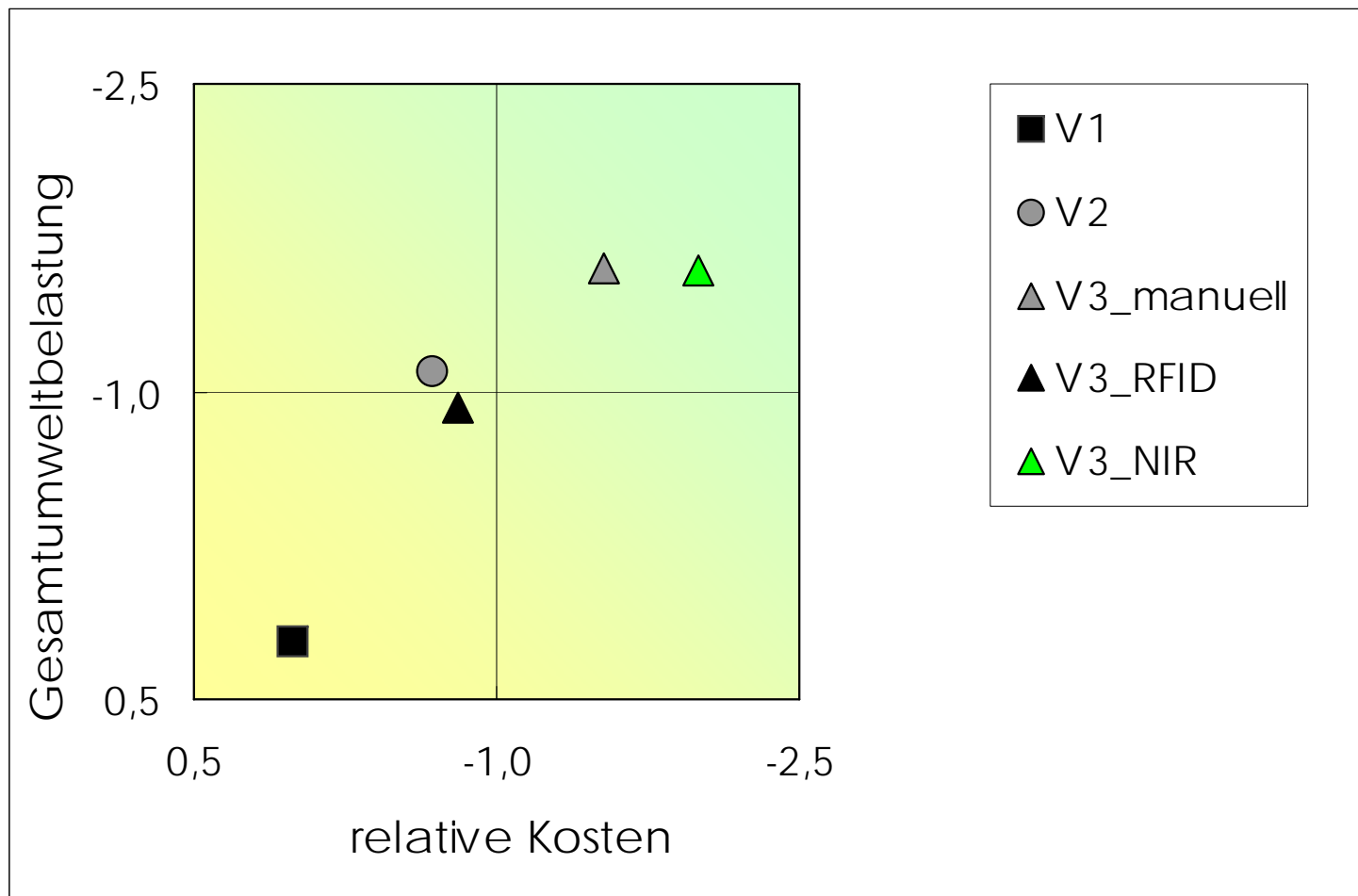
Entwicklung ökoeffizienter Recyclingstrategien



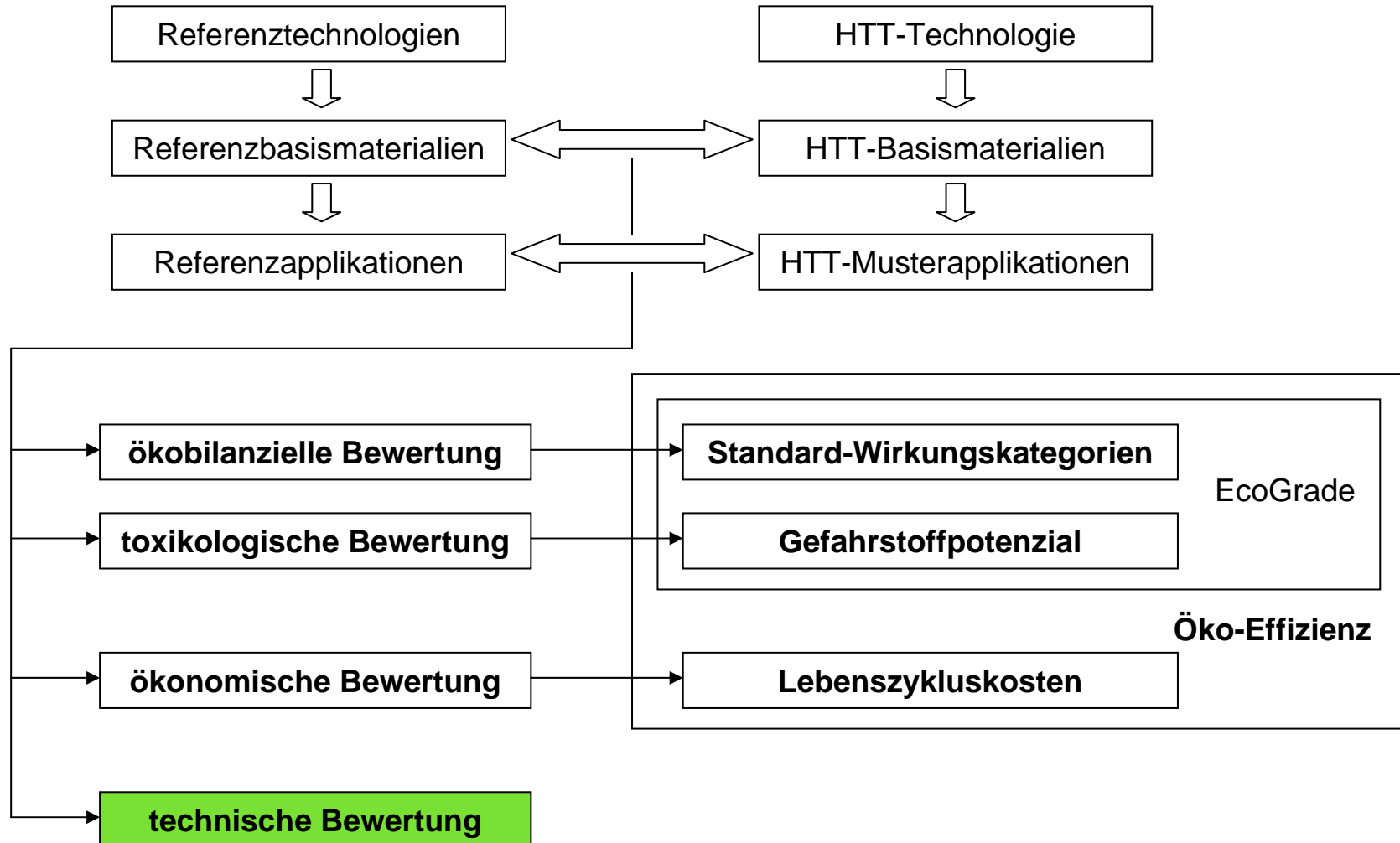
Exkurs: Mögliche Verfahren zur Erkennung und Sortierung von HTT-Leiterplatten

- manuelle Sortierung (V3_manuell)
 - Einfärbung des Polymers mit einer auffälligen Farbe
 - optische Erkennung der HTT-Leiterplatte beim Zerlegevorgang und manuelles Aussortieren
 - v.a. in der Anfangsphase des Markteintritts interessant
- Sortierung mittels RFID-Transponder (V3_RFID)
 - Ausstattung jeder HTT-Leiterplatte mit einem RFID-Chip
 - elektronische Erkennung der HTT-Leiterplatte beim Zerlegevorgang und mechanisches Aussortieren (Ausblasen)
- Sortierung mittels Nah-Infrarot-Technologie (V3_NIR)
 - keinerlei gesonderte Kennzeichnung / Modifikation der Leiterplatte erforderlich
 - elektronische Erkennung der HTT-Leiterplatte beim Zerlegevorgang und mechanisches Aussortieren (Ausblasen)

Ergebnisse der Öko-Effizienz-Analyse der untersuchten Recyclingstrategien



Bestandteile der Begleitforschung



Anwendungsfelder mit komparativen Vorteilen für geschäumte HTT-Leiterplatten

- Anwendungen mit thermisch nachverformtem Substrat (z.B. bei Antennenanwendungen)
- Anwendungen mit hohen Anforderungen an die Temperaturbeständigkeit (Dauergebrauchstemperatur $> 175\text{ °C}$ sowie Temperaturwechselbeständigkeit, z.B. im Bereich Automotive)
- Anwendungen, bei denen das geringe spezifische Gewicht der HTT-Extrudate ausgenutzt werden kann (z.B. im Bereich der mobilen Anwendungen)
- Hochfrequenz-Anwendungen, bei denen eine Substitution von höchstwertigen Leiterplattenmaterialien (wie PTFE) möglich ist (z.B. in der Medizinelektronik)

Agenda

- Projektgenese und -design
- Ergebnisse der F&E-Arbeiten
- Charakterisierung der integrierten Begleitforschung
- *Lessons learned*
- Übertragung des Ansatzes auf andere Technologiefelder

Erfolgsfaktoren für eine wirksame Begleitforschung

- konsequenter Lebenszyklusansatz: frühzeitige Analyse auch von End-of-life-Aspekten
- Durchführung von Real-time-Analysen an wichtigen „Weichenstellungen“ im Entwicklungsprozess
- „Personalunion“ von Begleitforschung und Projektkoordination gewährleistet die Richtungssicherheit der F&E-Arbeiten
- persönliche Vertrauensbasis erleichtert den Austausch sensibler Daten und erhöht die Akzeptanz gegenüber Empfehlungen
- Aufbereitung der z.T. komplexen Ergebnisse der Begleitforschung durch gut verständliche interne Kommunikationstools:
Öko-Effizienz-Portfolio
- iterative Rückkoppelung mit den individuellen Anforderungsprofilen und Sichtweisen potenzieller Anwender im Spannungsfeld zwischen Know-how-Abfluss und Marketing

Dynamik des Unvorhergesehen

- Belastung des Arbeitsklimas durch Auseinandersetzungen um Patentanteile
- geteilte Aufmerksamkeit bei einigen Verbundpartnern aufgrund von Konkurrenz des Projekts mit anderen F&E-Vorhaben erschwert eine zeitnahe Bewertung
- Einforderung einer vorrangig nationalen Verwertung der F&E-Ergebnisse in einem Umfeld globalisierter Wertschöpfungsketten
- dramatischer Preisverfall bei FR-4-Standardplatten während der Projektlaufzeit führte zu einer Modifikation der Zielstellung
- Erschließung unerwarteter Anwendungsfelder durch die exzellenten HF-Eigenschaften des Substrats

Agenda

- Projektgenese und -design
- Ergebnisse der F&E-Arbeiten
- Charakterisierung der integrierten Begleitforschung
- Lessons learned
- ***Übertragung des Ansatzes auf andere Technologiefelder***

CONANO – stakeholderübergreifende Gestaltung nanotechnologischer Neuentwicklungen

- Dialogprojekt gemeinsam mit Ciba SC, Novartis International, Österreichisches Ökologie-Institut und Stiftung Risikodialog
- kritisches Real-time Review verschiedener Entwicklungspfade für Nano-Delivery-Systeme in Medizin und Kosmetik
- Lebenszyklusansatz mit einer integrierten Analyse der Chancen und Risiken
- gemeinsame, aber akteursspezifische Bewertung der Chancen und Risiken im Rahmen einer Dialogmatrix
- Entwicklung von konkreten Handlungsempfehlungen
- Verzicht des Einsatzes nicht-abbaubarer Nanomaterialien (z.B. Fullerene und Carbon Nanotubes)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Martin Möller
m.moeller@oeko.de
www.oeko.de

