Bild: jaflippo, Fotolia

Roadmap

Batterie-Produktionsmittel 2030

Notwendige Technologiedurchbrüche

1. Fachtagung e-mobil in Niederösterreich
04.03.2015

Daniel Müller, VDMA Batterieproduktion

VDMA
Unsere Organisation

Themen, die alle angehen

- 8 Querschnittsabteilungen

Branchenspezifische Themen

- 39 Fachverbände
- 8 Übergreifende Foren
- 18 Arbeitsgemeinschaften

Ansprechpartner vor Ort

- 6 Landesverbände

Netzwerk

- 3.100 Mitglieder, 22.000 Ehrenamtliche, 1.500 Veranstaltungen pro Jahr

Präsenz in Europa und der Welt

- Hauptstadtbüro Berlin
- European Office Brüssel
- Liaison Offices
  - Tokio, Peking, Shanghai, 3x Indien,Moskau, Sao Paolo, Pittsburgh (OE-A)
- 11 Dienstleistungsgesellschaften
- 17 Forschungs-vereinigungen
- 7 Stiftungen

Industriekreis Batterieproduktion: VDMA schmiedet Wertschöpfungskette

- **Gründung des Industriekreises im (Oktober 2011)**
- **Fachzweigübergreifende Aktivität unter der Leitung der Fachabteilung Productronic**
- **Koordination, Synchronisation und Synergien innerhalb des VDMA**
- **Berufung des Lenkungskreises mit 15 namenhafte Industrievertretern (Oktober 2012)**
- **Über 100 engagierte Firmen**
- **Inhaltliche Schwerpunkte**
  - Produktionstechnik für alle Batteriearten
  - Fokus: Lithiumionentechnologie für die stationäre sowie für die mobile Anwendung
  - „Innovation durch Produktion“ entlang der kompletten Prozesskette

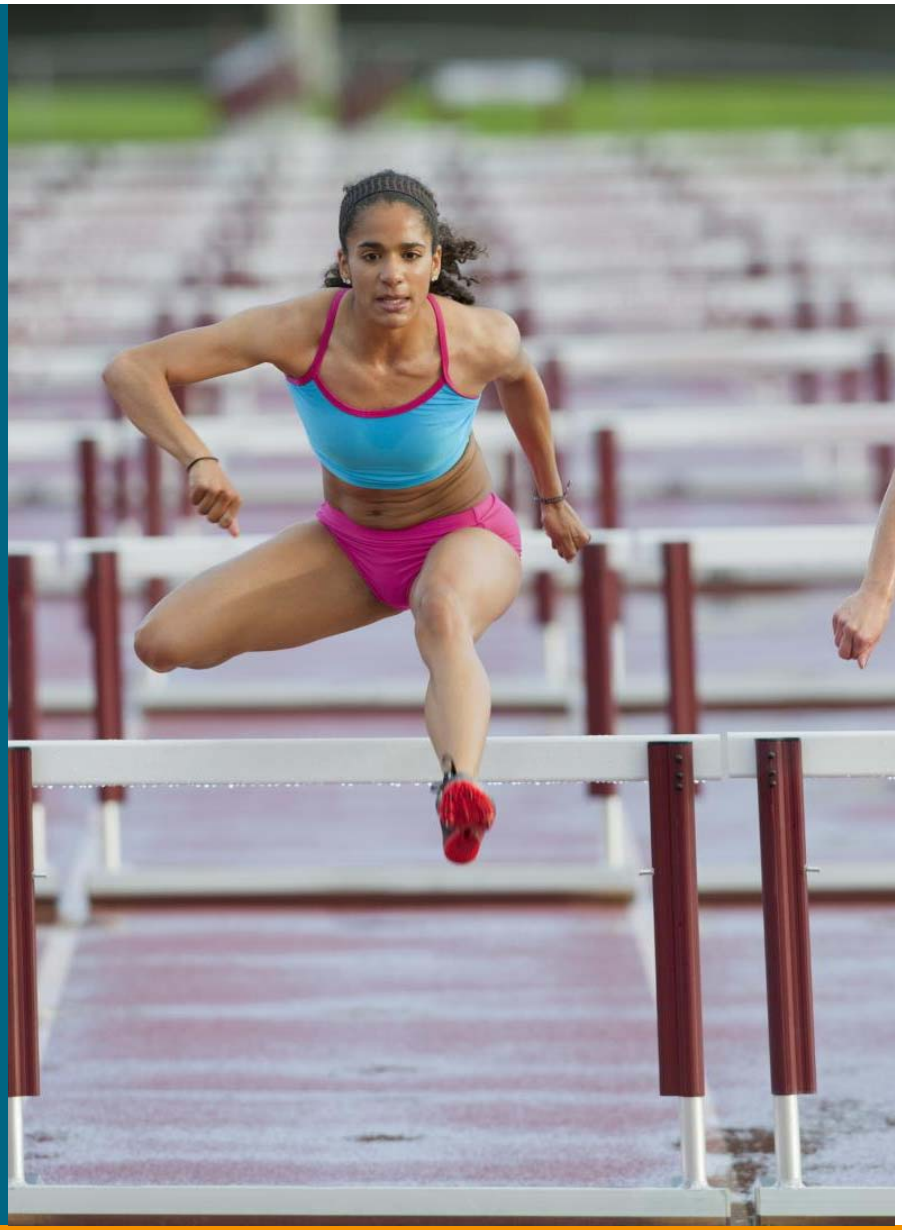
Elektroden-fertigung	Zell-fertigung	Modul/ Batteriepack

Industriekreis Batterieproduktion: Engagierte Mitgliedsfirmen

VDMA Batterieproduktion
Aktuelle Themen

- **Messen**
  - Ideell-fachlicher Träger der Battery+Storage in Stuttgart
    - Nächster Termin: 12-14.10.2015
    - Fokus Modul- und Packmontage
    - Komplette Wertschöpfungskette
  - German Pavilions auf der Battery Japan in Tokio und der CIBF in Shenzhen
- **Jahrestagungen**
  - **Bsp. 2014: Uni Braunschweig | VW**
    Motto: neuartige Forschung zur Industriereife bringen
    100 Teilnehmer, Führungen u.a. VW Forschungszentrum
- **Workshopreihen**
  - **Roadmapping**
  - **Total Cost of Ownership:** 3 Workshops
  - **Linienintegration:** 1 Workshop, 1 Webinar

http://prod.vdma.org/battprod



VDMA Batterieproduktion
Aktuelle Themen

» **Kundendialog**
- Kundenevent Batteriemesse Shenzhen 2014
- Chinesische Delegation
- Zusammenarbeit mit Kundenverbänden (CIAPS, ZVEI…)

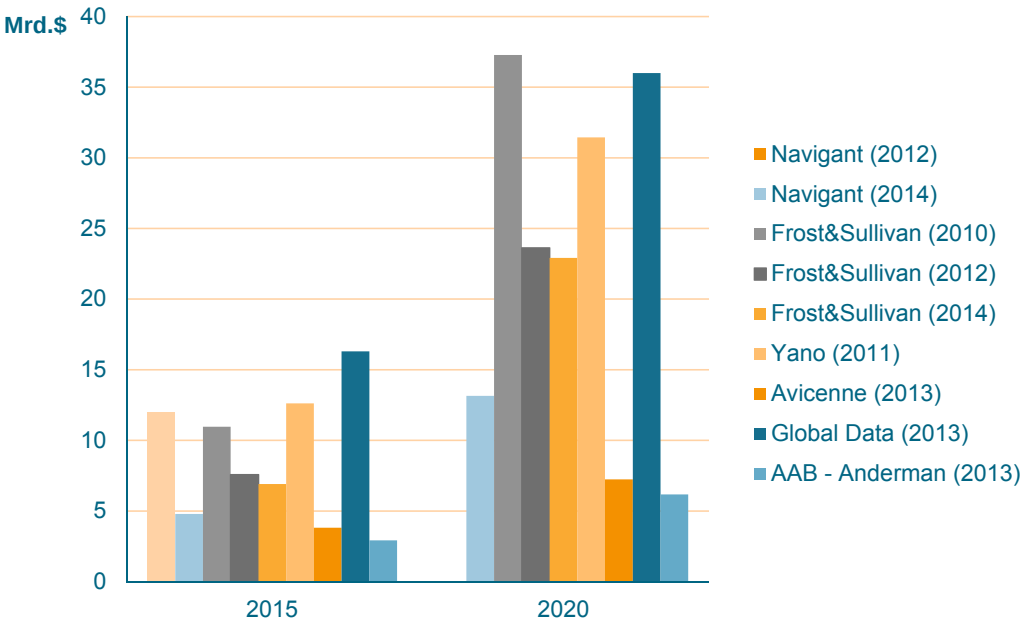
» **Öffentlichkeitsarbeit**
- Neuauflage **Kompetenzbroschüre**
  „Key to Battery Production“ 10-2014, jährlich

» **Forschung**
- Industrielle Gemeinschaftsforschung, 7 Projekte
- FVA Arbeitskreis Elektrische Energiespeicher
- Zusammenarbeit mit Universitäten und Fraunhofer

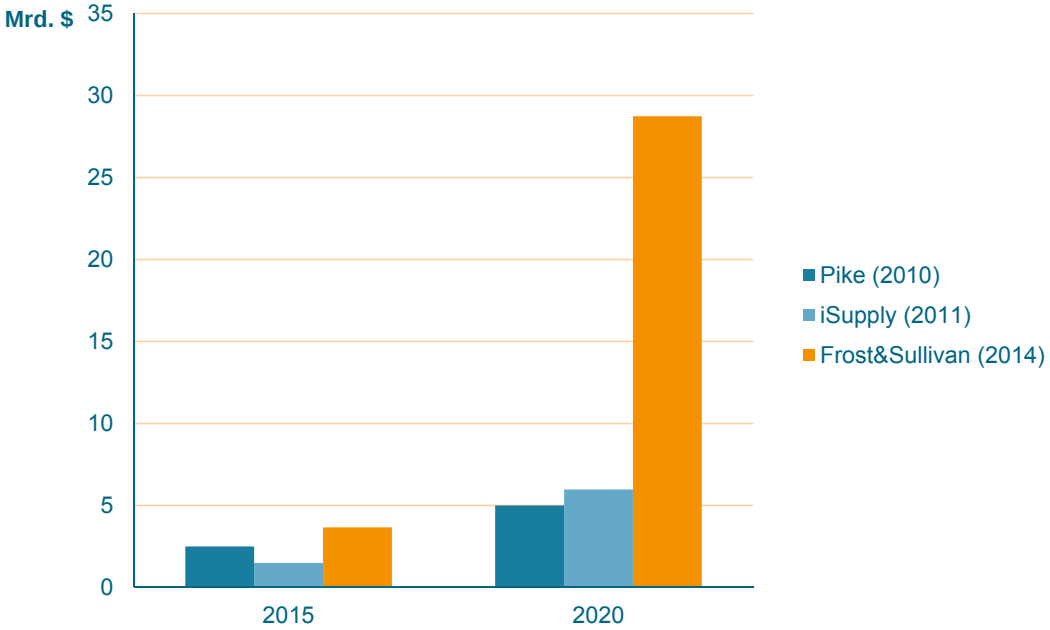
» **Marktinformation**
- Externe Daten sammeln, konsolidieren, kommunizieren
- Start einer eigenen Geschäftsklimaumfrage 03-2015

Marktprognosen für Li-Ionen Batterien
Wachstum, aber große Bandbreite

Globale LiB Märkte (Fahrzeugbatterien)



Globale LiB Märkte (stationäre Speicher)



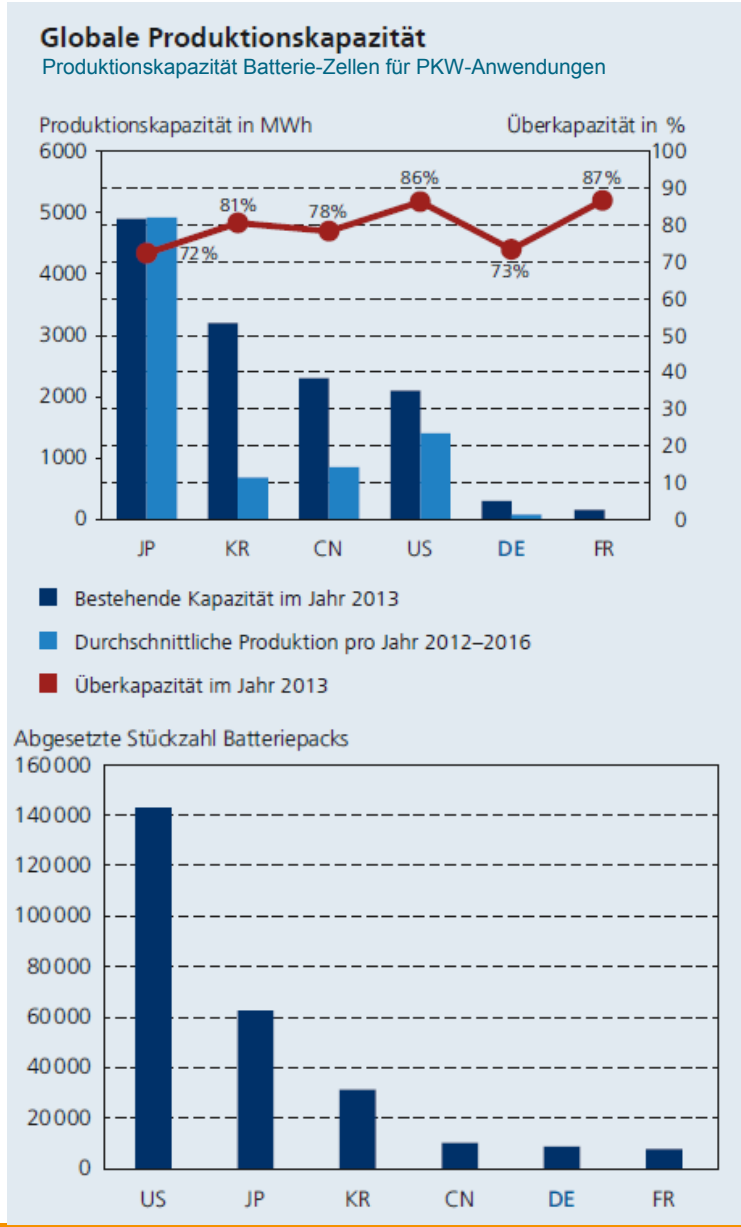
Quelle: VDMA-Roadmap „Batterie-Produktionsmittel 2030“

Batterieproduktion
Märkte für Maschinenbauer

» **Asiatische Länder dominieren die LiB-Produktion**
- Welt-größte Kapazitäten zur Produktion von Lithium-Ionen-Zellen für Automotive-Anwendungen in Japan und Korea
- Joint Venture aus Automotive Energy Supply Corp (Japan) und LG Chem (Korea) allein mehr als ein Drittel der globalen Kapazität
- Produktion in Deutschland / Europa nur von kleinen Firmen

» **Heute bestehen Produktions-Überkapazitäten,** *aber* Boom der Anwendermärkte würde das schnell umkehren

» **Absatzmärkte:**
- Nur asiatische Länder haben relevanten Absatzmarkt für LiB-Batterie-Komponenten
- **USA** größter Absatzmarkt für Batteriepacks (2012: 142 000), **Japan** „nur“ 60 000 ➔ Hier auch andere Batterietechnologien
- **Deutschland und Frankreich**: bisher geringe Absatzzahlen



Quelle: Studie „Energiespeicher für die Elektromobilität“, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, November 2014
VDMA-Roadmap „Batterie-Produktionsmittel 2030“

http://prod.vdma.org/battprod

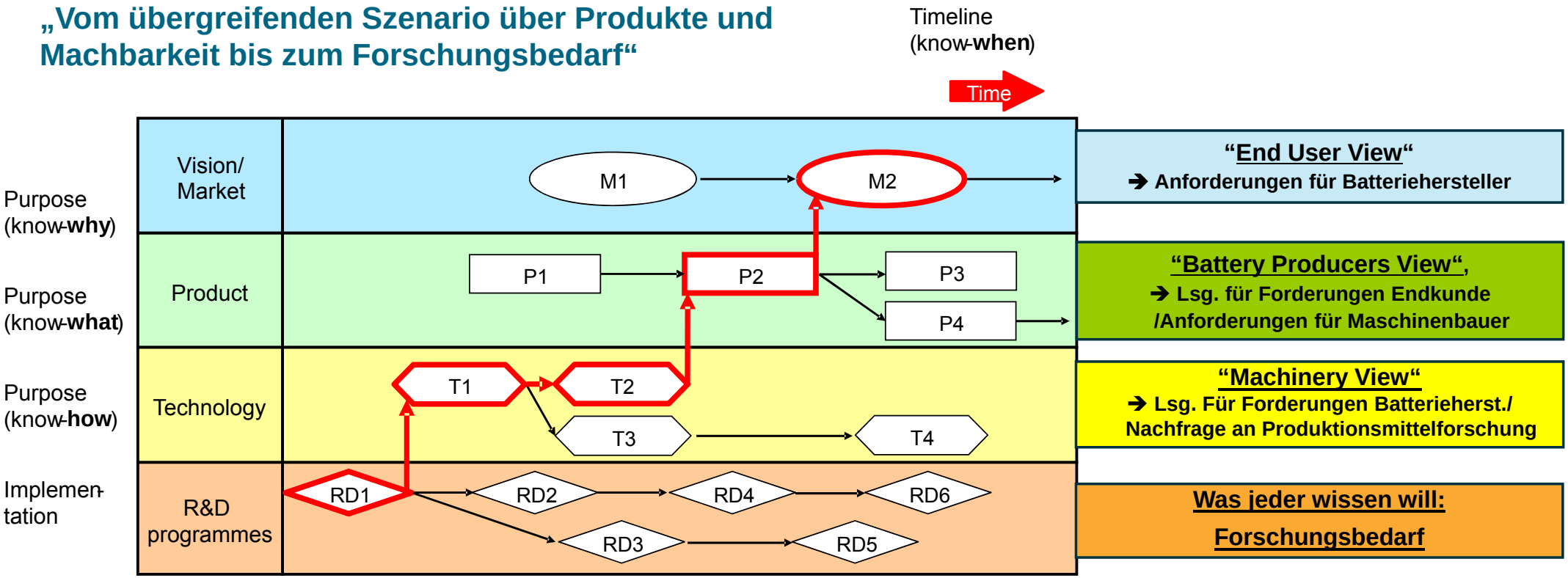
VDMA-Roadmap „Batterie-Produktionsmittel 2030“

Chair of Production Engineering of E-Mobility Components | RWTH AACHEN UNIVERSITY | Fraunhofer ISI

- **Zusammenarbeit** mit PEM-RWTH und Fraunhofer ISI
- **Ziel:** „Produktionslösungen für deutsche Maschinen- und Anlagenbauer für die Massenfertigung von großformatigen Li-Ionen Batterien bis 2030“
- **Einzigartig:** Erste Roadmap mit Fokus auf Batterie-Produktionsmittel
- **Dialog** zwischen den Maschinen- und Anlagenbauern, Systemintegratoren, Batterieherstellern und der Endverbraucherindustrie
- **Fünf Workshops** 240 Teilnehmern, Beginn Oktober 2011
- **Ergebnisse**: 15 “Red brick Walls” und 3 “Grand Challenges”

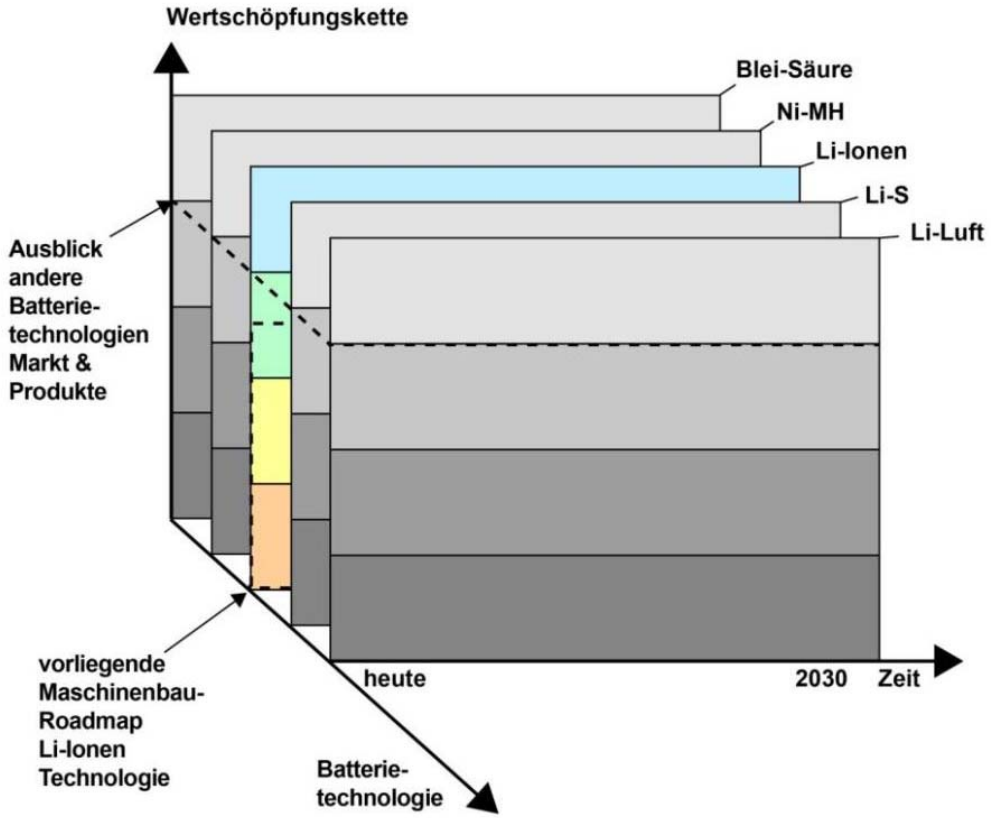
Roadmapping Prozess
Das gesamte Bild

„Vom übergreifenden Szenario über Produkte und Machbarkeit bis zum Forschungsbedarf“



Quelle: R.Phaal, U Cambridge, adria roadmap

Roadmapping Prozess
Fokus auf großformatige Li-Ionen Batterien



Quelle: VDMA Roadmap Batterie-Produktionsmittel 2030

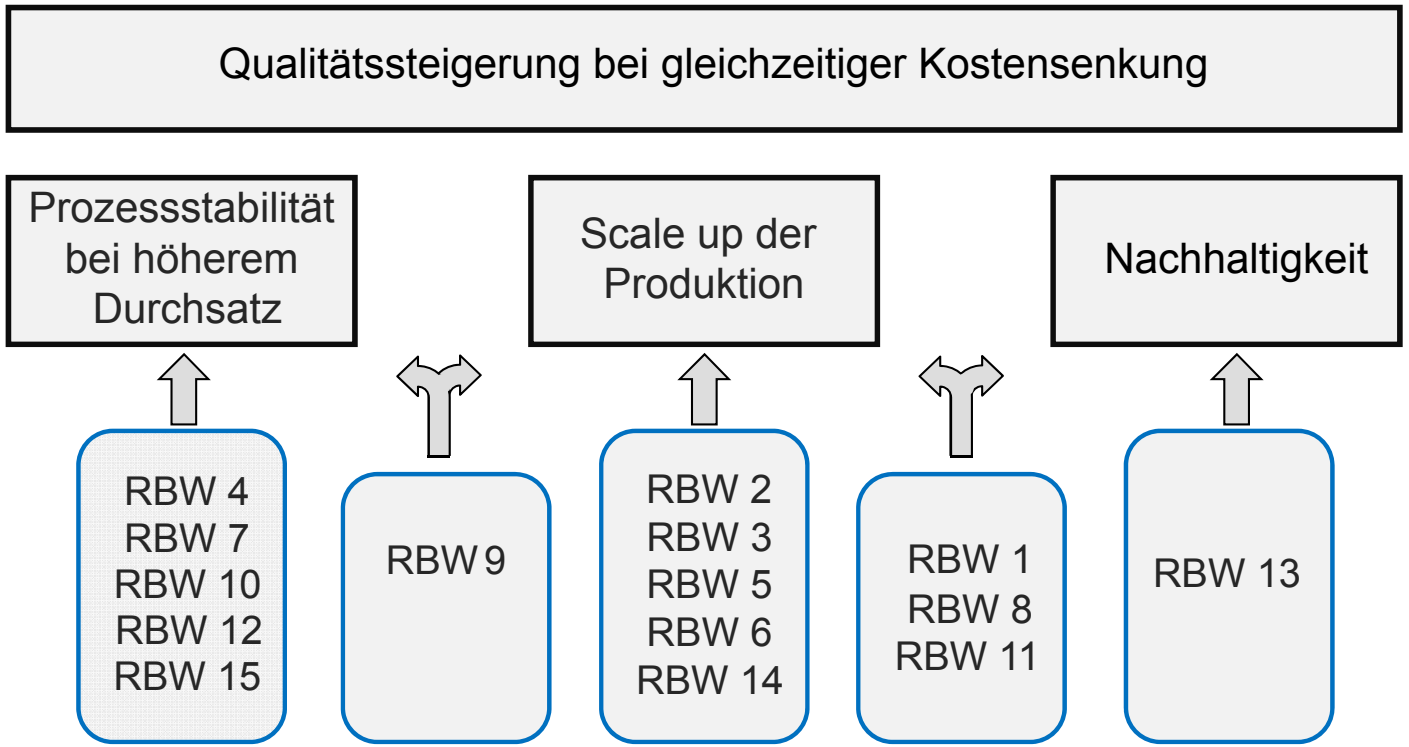
State of the art 4V Li-Ion

- Energiedichte
  >110 Wh / kg
  >180 Wh / l
- > 5.000 Zyklen
  10-15 Lebensjahre
- EUCAR Sicherheitslevel max 4
- Kathode: NMC / $LiFePO_4$
  Anode: Graphit / $LiTiO_3$
- Mobiler und stationärer Gebrauch

Massenproduktion

Pouch-Format

Roadmapping Ergebnisse
The Grand Challenges der Li-Ionen Produktion



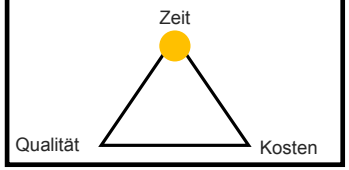
Quelle: VDMA Roadmap Batterie-Produktionsmittel 2030

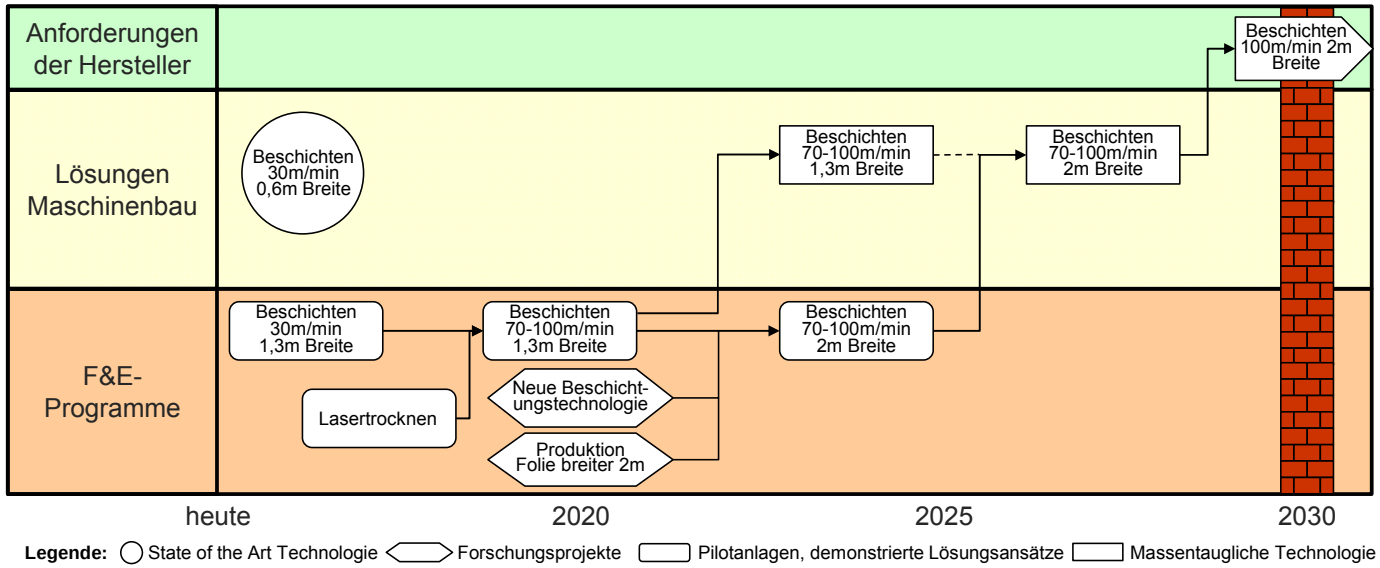
RBW 2:
Beschichten – Steigerung der Geschwindigkeit und Breite

RBW 2: Beschichten – Steigerung der Geschwindigkeit und Breite

Der Produktionsdurchsatz kann durch eine sukzessive Erhöhung der Bahngeschwindigkeit auf 100m/min und Verbreiterung der Folie auf 2m gesteigert werden. Die Prozessstabilität ist bei jeder Steigerung zu bewahren.

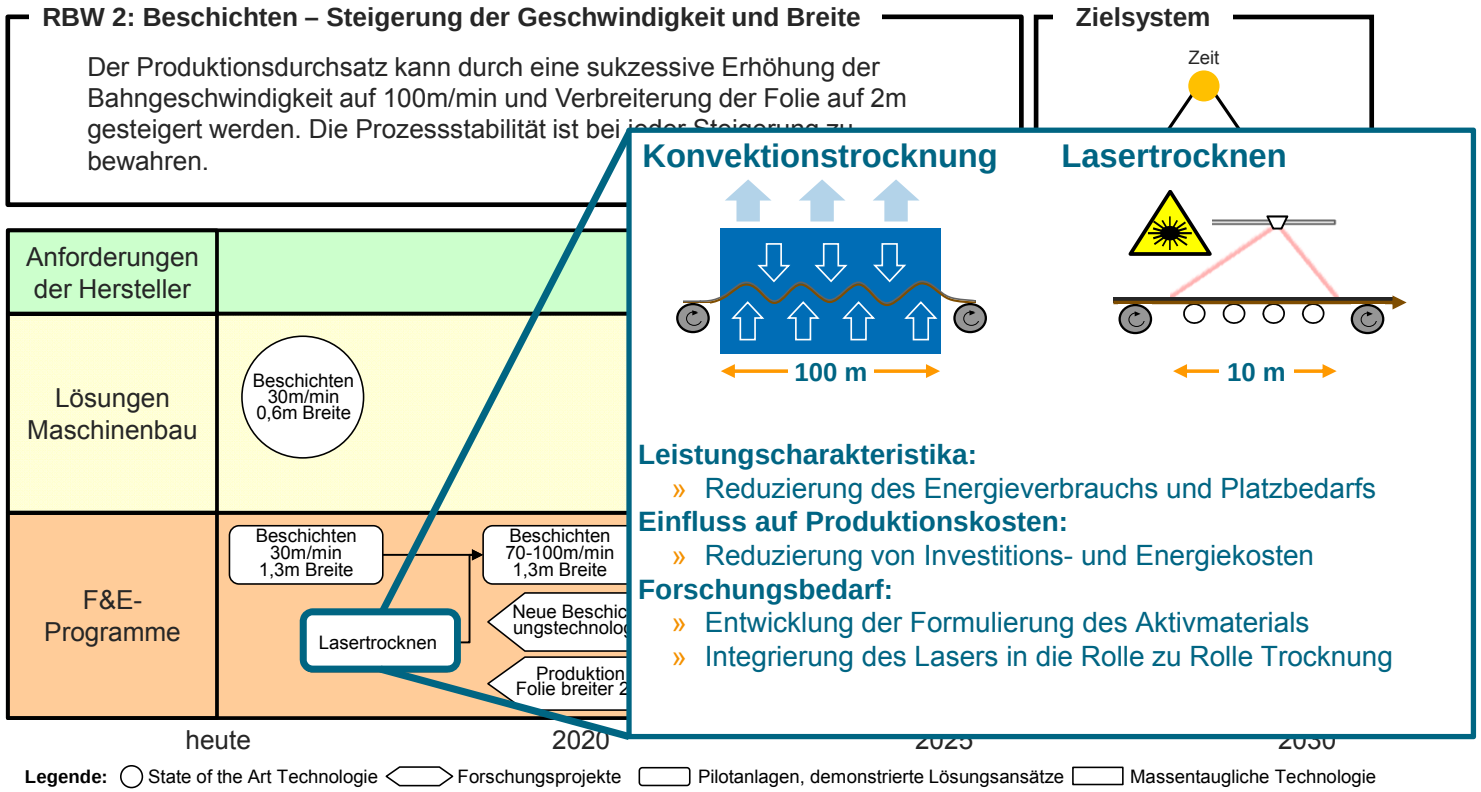
Zielsystem





Quelle: VDMA Roadmap Batterie-Produktionsmittel 2030

RBW 2:
Beschichten – Steigerung der Geschwindigkeit und Breite

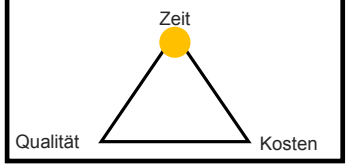


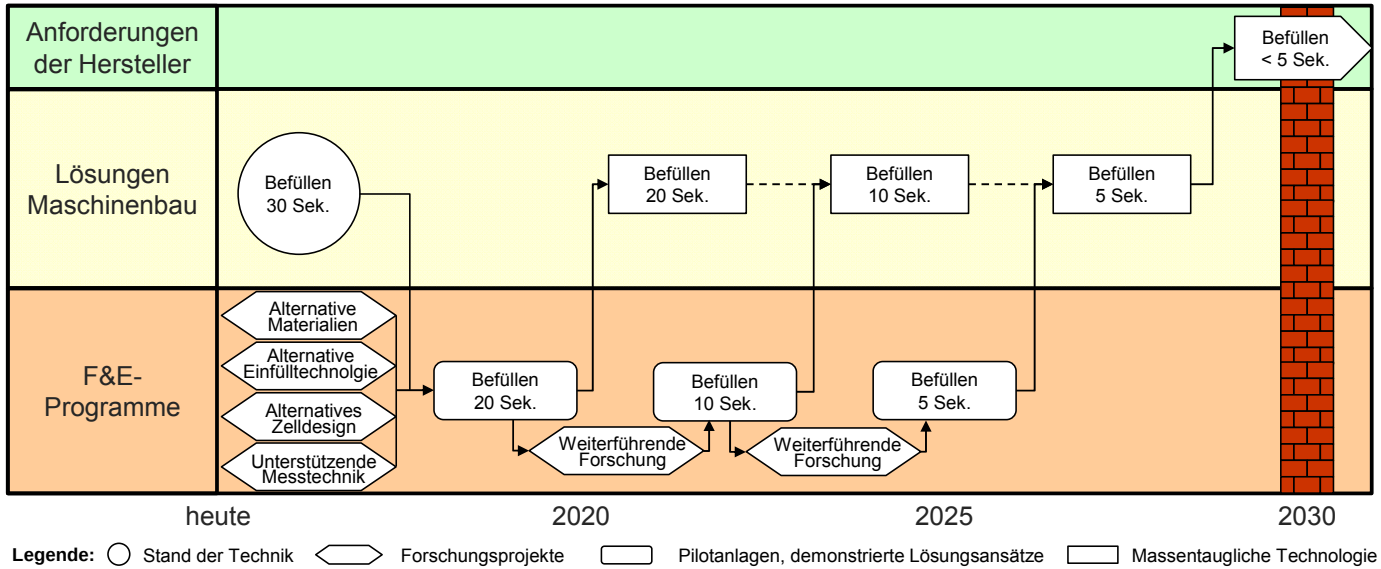
RBW 8:
Befüllen – Steigerung der Geschwinidgkeit

RBW 8: Befüllen – Steigerung der Geschwindigkeit

Bis 2030 soll der Vorgang der Elektrolytbefüllung von aktuell 30 Sekunden auf 5 Sekunden reduziert werden. Schaumbildung und das gleichmäßige Benetzen des Materials sind qualitätskritisch. Die Entwicklung von Festkörperelektrolyten werden den Prozess vereinfachen.

Zielsystem





Quelle: VDMA Roadmap Batterie-Produktionsmittel 2030

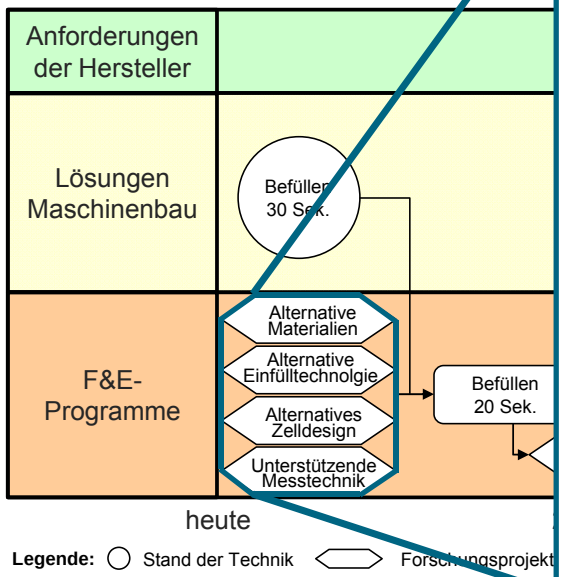
RBW 8:
Befüllen – Steigerung der Geschwinidgkeit

RBW 8: Befüllen – Steigerung der Geschwindigkeit

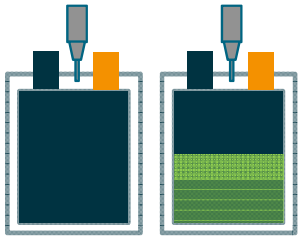
Bis 2030 soll der Vorgang der Elektrolytbefüllung von aktuell 30 Sekunden auf 5 Sekunden reduziert werden. Scha
Benetzen des Materials sind qualitätsk
Festkörperelektrolyten werden den Proze

Zielsystem

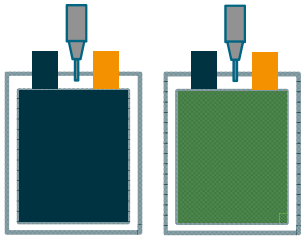
Zeit



Elektrolytbefüllung 30 s



Elektrolytbefüllung 5 s



Aktuelles Verfahren
- » Vakuumverfahren
  - – Etappenweises Befüllen der Zelle

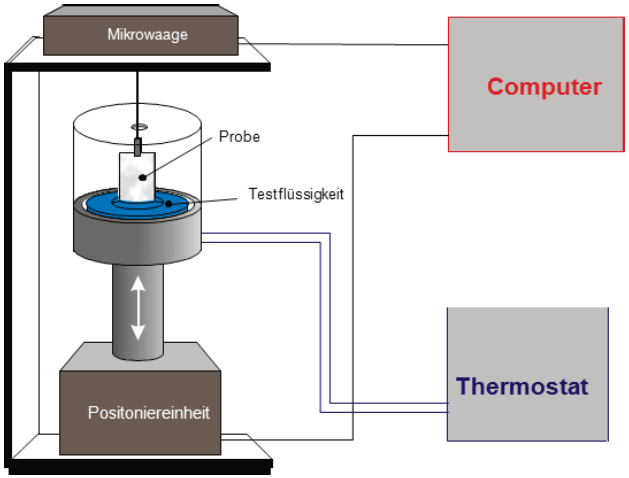
Herausforderungen
- » Schaumbildung bei Einfüllvorgang
- » Vollständige Benetzung des porösen Elektrode realisieren

Lösungsansätze
- » neue Einfülltechnologien z.B. seitliches Befüllen in liegende Zelle
- » Monitoring des Benetzungsgrads durch Impedanzspektroskopie
- » Zugabe von Additive
- » Veränderungen der Oberflächenstruktur der Elektroden
- » Festkörperelektrolyte

Forschung: vorwettbewerbliche Gemeinschaftsforschung
Projekt Optilyt

Optimierung der Elektrolytbefüllung durch Oberflächenmodifikation an Separator und Elektrode

- » Hinsichtlich Benetzbarkeit und Kapillarität optimierte Separatorstrukturen für reduzierte Befüllzeiten durch:
  - – Morphologische Modifikation
  - – Chemische Modifikation
- » Ziel ist die Entwicklung von Prozessen zur Integration in industrielle Fertigung
- » Vorgehen:
  - – Entwicklung eines Testaufbaus zur Charakterisierung der Kapillarität und Benetzung in batterietypischer Geometrie
  - – Basis für Optimierung Elekrolytbefüllprozess

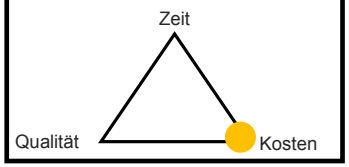


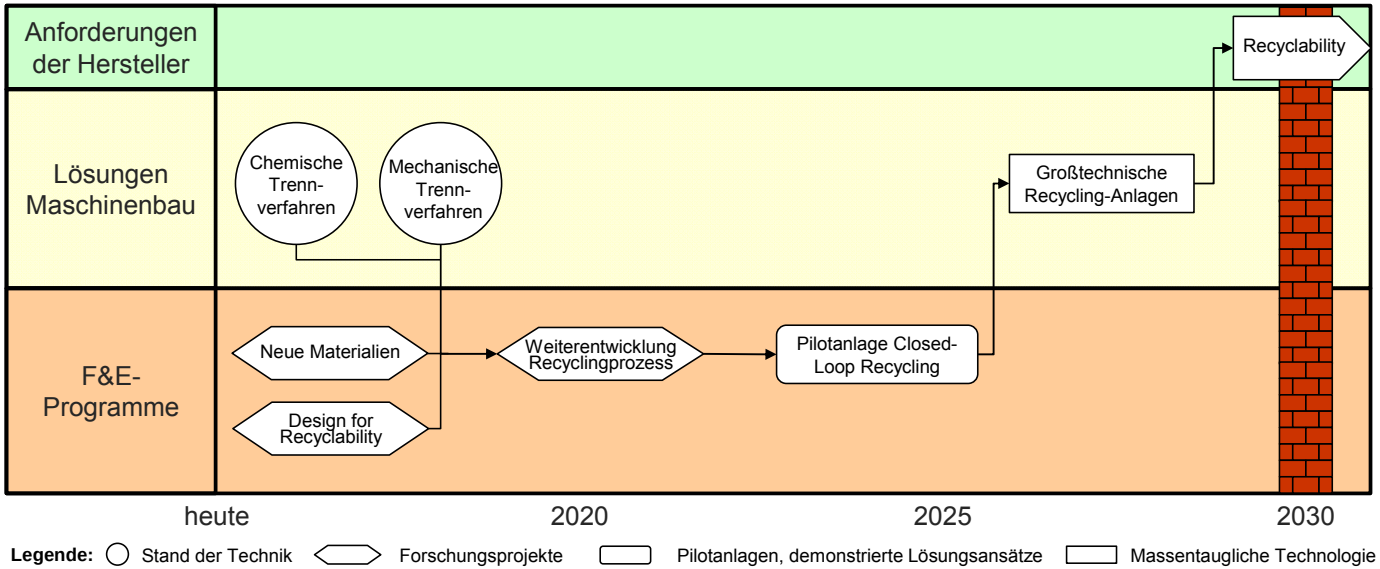
RBW 13:
Übergreifend – Recycling

RBW 13: Übergreifend – Recycling

Der Hochlauf des großtechnischen Recyclings ist erst nach Ablauf der Lebensdauer erster EV-Batterien (~2020) prognostiziert. Technische Verfahren müssen eine metallische Verwertung bis nahezu 100% ermöglichen.

Zielsystem





Quelle: VDMA Roadmap Batterie-Produktionsmittel 2030

RBW 13:
Übergreifend – Recycling

» Nach EU-Direktive 2006/66/EC: 50 % des Batterieabfalls rezykliert

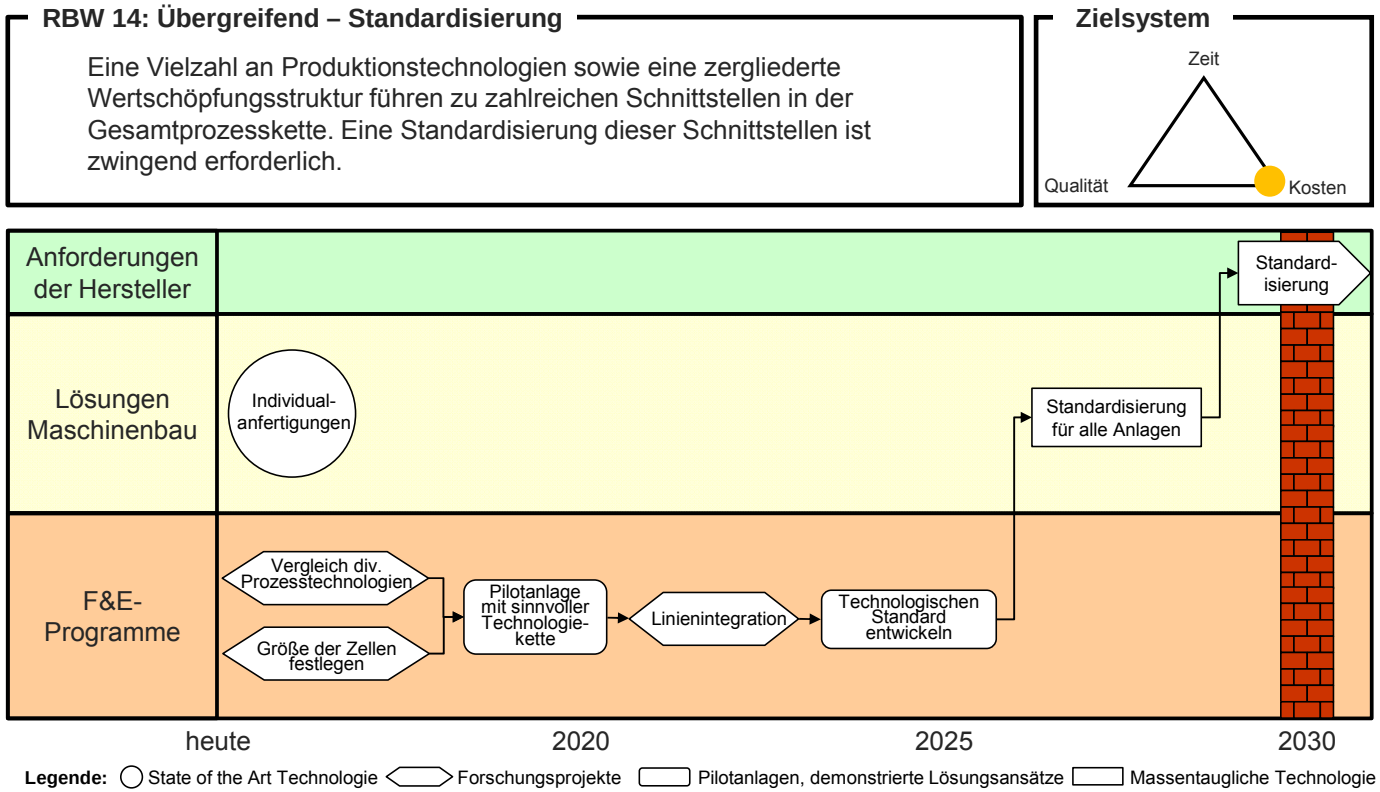
» Europäische Unternehmen führend im Recyclingbereich für Konsumerzellen

» Recycelte Rohstoffe sind vor allem Kobalt, Nickel und Kupfer

» Recycling von Li noch nicht rentabel

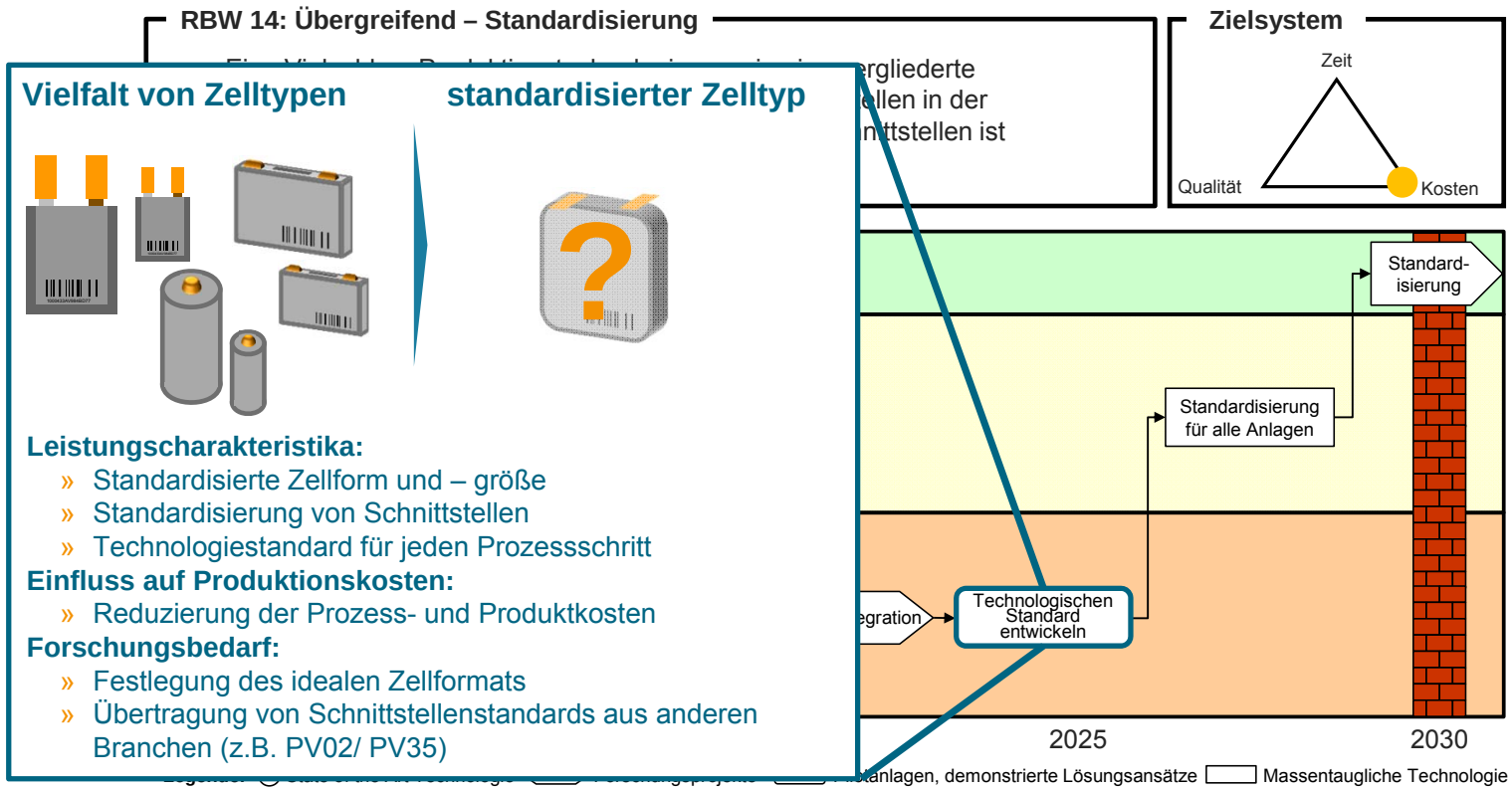
» Viele Bundesprojekte mit Fokus Recycling (z.B LithoRec, LithoRec II, …)

RBW 14:
Übergreifend – Standardisierung



Quelle: VDMA Roadmap Batterie-Produktionsmittel 2030

RBW 14:
Übergreifend – Standardisierung



Forschung: vorwettbewerbliche Gemeinschaftsforschung
Projekt Flexbatt

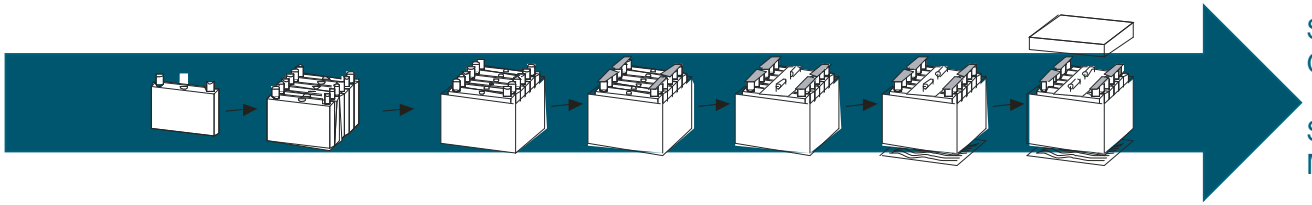
FlexBatt (Flexible Montagekonzepte für baukastenbasierte Batteriesysteme)

» **Ziele:** Alternativer Lösungen zur Montage von Batteriesystemen zu den gegenwärtig produktspezifischen Montageprozessen

» **Vorgehen**

– Entwicklung eines Produkt- und Prozessbaukastens für Batteriesysteme
– Detaillierte Untersuchung des Produktaufbaus sowie der Prozesskette: Fügefolgen, Montagehilfsmittel, Spanntechnik, Toleranzketten, etc.
– Modulares Layout von Montageprozessen in Soft- und Hardware
– Ableitung von Handlungsempfehlungen

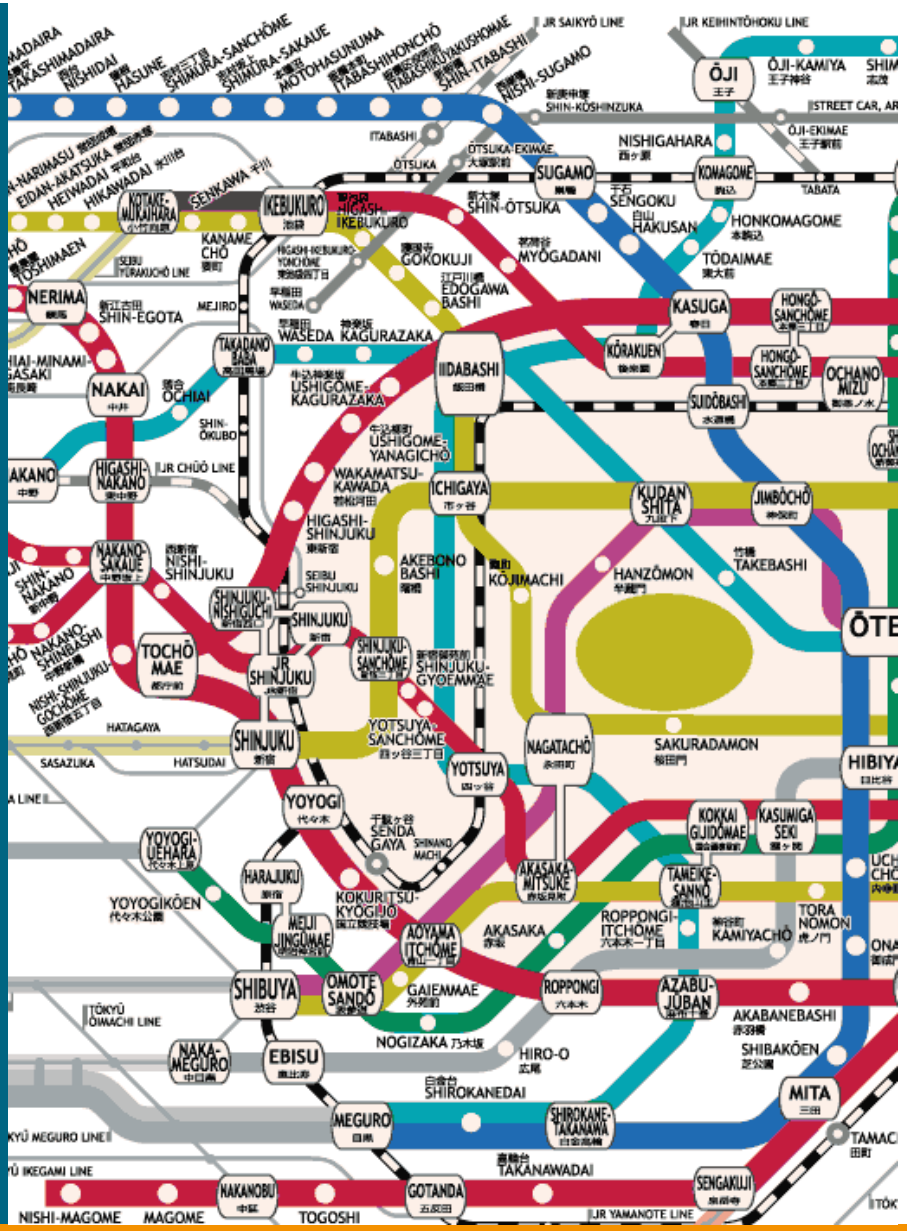
Standardisierte Zellformate



Standardisierte Gerätetechnik?

Standardisierte Montagefolgen?

...



Linienintegration

Problem: Vielfalt von Maschinen verschiedener Hersteller innerhalb einer Anlage erschweren die Kommunikation.

» Horizontale Linienintegration:

Automatisierte Kommunikation der einzelnen Maschinen untereinander

» Vertikale Linienintegration:

Automatisierte Kommunikation der einzelnen Maschine mit dem Leitsystem

» Workshop VDMA

- Generalisierung der Photovoltaik-Standards auf Batterieproduktion
- SEMI-Standard "PV02" als sehr gute Basis für die vertikale Linienintegration
- Horizontale Linienintegration Semi-Standard „PV35“

Jenseits der Li-Ionen Technologie – das Technologieumfeld hängt von der Anwendung ab

Technologien mit abnehmender Bedeutung:

» NiCd oder NiMH Batterien: z.B. in kleinen, lokalen Speichern (Kosten von Ni, umweltspezifische Aspekte & Leistung), NiMH in HEV; Erwartung: ersetzt durch LiB in nächster Dekade

» Pb-Säure Batterien: z.B. Eigenheim Anwendungen (oder Starterbatterien); Erwartung: langfristig ersetzt durch LiB bei stationären Anwendungen

Technologien mit zunehmender Bedeutung:

» Ni-Zn-Batterien: mögliche Relevanz für großformatige Zellen (stationäre Anwendungen, falls höhere Zyklenanzahl erreicht werden). Produktion würde auf Plattenbauweise hinaus laufen (identisch zu Ni-Cd, NiMH, Pb-Batterien)

» Redox-Flow-Batterien: stationäre Anwendungen (10 kW – 10MW); Erwartung: erfordern komplett neuen/ unterschiedlichen Produktionsprozess als bei LiB

Weitere Technologien mit Potenzial:

» PEM-FC & Wasserstoffspeicherung für Brennstoffzellen Elektrofahrzeugen (FCEV) – Reichweite!

» Supercaps für mobile und stationäre Kurzzeitspeicherung

» low-T NaS für stationäre Anwendungen, hybride Energiespeichersysteme, etc.

Jenseits Lithium-Ionen Batterien – Zukünftige Herausforderungen & Bedürfnisse für Produktionstechnologien

- **Alternative Li-Technologien mit mittelfristigen Marktchancen**
  - **Li-Polymer-Batterien:** Hauptänderung bei Separator/ Elektrolyte (d.h. keine Elektrolytbefüllung nötig), Prozess des Einbringens von Separator/ Elektrolyt kann sich ändern (Polymerfilm ➔ weniger mechan. resistent).
  - **Li-Leg./C-Komposit-Batterien:** Li als Legierung oder Elektrodenmaterial erfordert eine H_2O- und O_2-freie Elektrodenproduktion. Für die Zellproduktion (außer der Elektrodenproduktion) werden keine fundamentalen Änderungen im Produktionsprozess erwartet.
  - **Li-S-Batterien:** Konkrete Technologien, Materialien, Zellaufbau und Konstruktion sind immer noch nicht festgelegt. Das Ziel ist es Materialien zu entwickeln, um drastische Veränderungen in den Produktionsprozessen zu vermeiden.
- **Weitere Li-Technologien:**
  - **Li-Luft-Batterien**
  - **Li-Fest-Batterien**
  - **High-V(5V) Li-Ionen-Batterien**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Eric Maiser
Leiter VDMA Batterieproduktion
Tel.: +49 69 6603-1433
eMail: eric.maiser@vdma.org

Dr. Sarah Michaelis
Referentin VDMA Batterieproduktion
Tel.: +49 69 6603-1930
eMail: sarah.michaelis@vdma.org

Daniel Müller
Referent VDMA Batterieproduktion
Tel.: +49 69 6603-1128
eMail: daniel.mueller@vdma.org

Internet: http://prod.vdma.org/battprod