

Inhalt

I.	EINLEITUNG	3
I.1	Zielsetzung	3
I.1.1	Herausforderungen der Zukunft an unsere Industriegesellschaft	3
I.1.2	Chemische Industrie in Deutschland	3
I.1.3	Chemische Industrie in NRW.....	5
I.1.4	Herausforderungen für die chemische Industrie – Megatrends	6
I.2	Themen und Untersuchungsfeld	11
I.2.1	Stoffumsätze: Rohstoffe und Werkstoffe	11
I.2.2	Verfahren.....	12
I.2.3	Energieumsätze: Elektrochemie und Energiespeicher.....	12
I.3	Vorgehensweise der Enquetekommission Chemie	13
I.3.1	Allgemeine Vorgehensweise und Mitglieder	13
I.3.2	Verwendete Methodik	15
I.3.3	Nachhaltigkeitskriterien.....	16
II.	STOFFUMSÄTZE	19
II.1	Rohstoffsituation	19
II.1.1	Organische Rohstoffe	23
II.1.2	Anorganische Rohstoffe	46
II.1.3	Annahmen	52
II.1.4	Optionen.....	60
II.1.5	Bewertung der Rohstoffoptionen	85
Anhänge	91	91
Anhang 1	91	91
Anhang 2	94	94
Anhang 3	95	95
II.2	Werkstoffe	99
II.2.1	Einleitung.....	99
II.2.2	Rohstoffbezogene Betrachtungen.....	105
II.2.3	Betrachtungen zur Nutzung nach Ende des Produktlebens	125
II.2.4	Annahmen	136
II.2.5	Optionen.....	146
II.2.6	Bewertung der Werkstoffoptionen	159
Anhang	162	162

III.	VERFAHREN	167
	Gesamteinleitung für alle Verfahrenskapitel	167
III.1	Intensivierte chemische Verfahren.....	168
III.1.1	Prozessintensivierung.....	168
III.1.2	Prozessentwicklung und Prozessintegration.....	184
III.1.3	Annahmen	191
III.1.4	Optionen.....	192
III.1.5	Bewertung.....	195
III.2	Verfahren der Kohlechemie	199
III.2.1	Ist-Zustand.....	199
III.2.2	Option D.1: Verfahren der Kohlechemie	202
III.2.3	Bewertung Option D.1: Verfahren der Kohlechemie.....	205
III.3	Biotechnologische Verfahren.....	207
III.3.1	Einleitung.....	207
III.3.2	Bedeutung der Biotechnologie	209
III.3.3	Beispiele biotechnologischer Produktion	211
III.3.4	Potenzial biotechnologischer Verfahren zur Nutzung alternativer Rohstoffe	217
III.3.5	Annahmen	220
III.3.6	Option E.1: Vermehrter Einsatz biotechnologischer Verfahren in der chemischen Industrie	221
III.3.7	Bewertung Option E.1: Vermehrter Einsatz biotechnologischer Verfahren.....	223
III.4	Bioraffinerien	225
III.4.1	Einleitung.....	225
III.4.2	Definition und Konzept	225
III.4.3	Funktionsprinzip.....	227
III.4.4	Entwicklungsstand der wichtigsten Bioraffinerie-Konzepte.....	235
III.4.5	Annahmen	242
III.4.6	Option F.1: Technologiekonzept Bioraffinerie allgemein.....	245
III.4.7	Bewertung Option F.1: Technologiekonzept Bioraffinerie allgemein.....	250
III.5	Verfahren der biomimetischen Chemie.....	253
III.5.1	Einleitung.....	253
III.5.2	Nutzung biologischer Katalysemeechanismen zur Herstellung ausgewählter Grundchemikalien.....	253
III.5.3	Bioinspirierte Materialien und Wirkstoffe	258
III.5.4	Annahmen	260
III.5.5	Optionen.....	264
III.5.6	Bewertung	269
IV.	ENERGIEUMSÄTZE	273
IV.1	Einleitung	273
IV.2	Stofflicher Teil/Elektrochemische Verfahren.....	275
IV.2.1	Einführung in die elektrochemischen Verfahren	275

IV.2.2	Elektrochemische Verfahren für anorganische Produkte (Elektrolysen).....	279
IV.2.3	Elektrochemische Verfahren zur Herstellung organischer Produkte.....	291
IV.2.4	Sonstige elektrochemische Verfahren	294
IV.3	Energiespeicher	299
IV.3.1	Einführung in die Energiespeichersysteme	299
IV.3.2	Mechanisch/Kinetische Speicher	304
IV.3.3	Wärmespeicher.....	310
IV.3.4	Batterien.....	314
IV.3.5	Power to Gas/Power to Chemicals.....	320
IV.3.6	Potenzial Demand Side Management (DSM)/Supply Side Management (SSM)..	333
IV.4	Annahmen	335
IV.4.1	Relevante Megatrends	335
IV.4.2	Auswirkungen der Megatrends auf die Elektrochemie	342
IV.4.3	Auswirkungen der Megatrends auf die Energiespeicherarten	343
IV.5	Optionen.....	349
IV.5.1	Ausbau der elektrochemischen und energieintensiven Produktion organischer Produkte.....	350
IV.5.2	Nutzung bestehender Verfahren zum Einsatz volatiler Strommengen	351
IV.5.3	Ausbau chemierelevanter Energiespeicherlösungen.....	354
IV.6	Bewertung.....	365
IV.6.1	Potenzial des Ausbaus der elektrochemischen und energieintensiven Produktion organischer Produkte	365
IV.6.2	Nutzung bestehender Verfahren zum Einsatz volatiler Strommengen	367
IV.6.3	Energiespeicher.....	368
V.	HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	375
a.	Rohstoffe	377
	Fazit.....	377
	Handlungsempfehlungen.....	377
b.	Werkstoffe	379
	Fazit.....	379
	Handlungsempfehlungen.....	379
c.	Verfahren.....	381
	Fazit.....	381
	Handlungsempfehlungen.....	381
d.	Energieumsätze.....	383
	Fazit.....	383
	Handlungsempfehlungen.....	382
e.	Querschnittsthema: Stärkung Innovationsfähigkeit.....	385
	Handlungsempfehlungen.....	385
f.	Querschnittsthema: Dialog für Industrie- und Technologieakzeptanz.....	387
	Handlungsempfehlungen.....	387
g.	Querschnittsthema: Gesellschaftliche Herausforderungen – Qualifikation, demografische Entwicklung und gute Arbeitsverhältnisse	388
	Handlungsempfehlungen.....	388

ANHANG	391
Anhörungen	391
Gutachten	391
Vorträge	391
LITERATURVERZEICHNIS	393