

Inhalt

Zusammenfassung	VII
Résumé	X
Riassunto	XIII
Summary	XVII
Executive Summary	XX
1 Das Auto der Zukunft	XXI
2 Elektromobilität in der Schweiz	XXVI
3 Empfehlungen	XXXI
Aufbau des vorliegenden Berichts	XXXII
Danksagung	XXXIV
 1 Bedeutung von Elektrofahrzeugen im Kontext unserer Mobilität und des Energiesystems	1
1.1 Einleitung	1
1.1.1 Warum eine TA-SWISS-Studie zur Elektromobilität?	1
1.1.2 Bedeutung der Thematik	2
1.1.3 Systemabgrenzung	3
1.1.4 Ziele der vorliegenden Technikfolgenabschätzung zur Elektro- mobilität: sechs Leitfragen	3
1.2 Zusammenhänge	4
1.3 Relevante Aspekte	6
1.4 Allgemeine Definitionen	7
1.5 Methodisches Vorgehen für die quantitative Berechnung der Chancen und Risiken	9
 2 Definition der drei Szenarien	11
2.1 Systemgrenze und zu definierende Parameter	11
2.2 Eckpunkte der Szenarien	12
2.3 Entwicklung von PKW-Politik, -Angebot und -Nachfrage	14
2.4 Marktanteile der Elektromobile bis 2035 und 2050	17
2.5 Produktionskapazität von Elektromobilen bis 2025	20
2.6 Mikrosimulation der Elektromobil-Marktanteile bis 2035	23
2.7 Modellierung der Elektromobil-Anteile 2035 bis 2050	26
2.8 Entwicklung von Bevölkerung, Motorisierungsgrad, Fahrleistung und Fahrzeugflotte	27
2.9 Entwicklung des Energiesystems (inkl. Strommix)	28

3	Zukünftige Entwicklung der Fahrzeugkomponenten.....	29
3.1	Einführung.....	29
3.2	Batterien.....	30
3.2.1	Gegenwärtiger Stand der Technologie	31
3.2.2	Generelle Technologieentwicklung	34
3.2.3	Entwicklungspfade	36
3.2.4	Annahmen der Studie für die Batterieentwicklung.....	38
3.3	Elektromotoren.....	41
3.3.1	Gegenwärtiger Stand der Technologie	41
3.3.2	Entwicklungspfade	42
3.3.3	Annahmen der Studie für die Elektromotor-Entwicklung	44
3.4	Verbrennungsmotoren (ICE-Motoren).....	45
3.4.1	Gegenwärtiger Stand der Technologie	46
3.4.2	Entwicklungspfade	46
3.4.3	Annahmen der Studie für die ICE-Motorenentwicklung.....	47
3.5	Ladegeräte	51
3.5.1	Gegenwärtiger Stand der Technologie	51
3.5.2	Entwicklungspfade	52
3.5.3	Annahme der Studie für die Entwicklung der Ladegeräte	54
3.6	Sicherheit und Komfort	54
3.6.1	Gegenwärtiger Stand der Technologie	54
3.6.2	Entwicklungspfad	55
3.6.3	Annahmen der Studie für die Entwicklung von Sicherheit und Komfort.....	56
4	Zukünftige Entwicklung der Fahrzeuge	59
4.1	Untersuchungsrahmen.....	59
4.1.1	Untersuchte Fahrzeugtypen.....	59
4.1.2	Gegenwärtiger Stand der Technologie	60
4.1.3	Entwicklungspfad der Fahrzeuge.....	61
4.1.4	Annahmen der Studie für die Entwicklung der Fahrzeugparameter	61
4.2	Energiebedarf auf Fahrzeugebene	64
4.2.1	Gegenwärtiger Stand der Technologie	64
4.2.2	Methodik zur Bestimmung des Fahrzeugenergieverbrauchs.....	64
4.2.3	Entwicklungspfad der Fahrzeuge.....	66
4.2.4	Annahmen der Studie für die Entwicklung des Fahrzeug- energiebedarfs.....	66
4.2.5	Schlussfolgerungen	68
5	Lebenszyklusanalyse	71
5.1	Ziel und Rahmen der Lebenszyklusanalyse	71

5.2	Lebenszyklusinventardaten.....	74
5.3	Lebenszyklusinventardaten zur Energiebereitstellung.....	77
5.4	Resultate auf Stufe «Fahrzeug».....	80
5.5	Resultate auf der Stufe «Szenarien»	86
5.6	Unsicherheiten der Lebenszyklusanalyse	90
5.6.1	Sensitivitätsanalyse der Annahmen zu den Fahrzeugwirkungsgraden.....	90
5.6.2	Sensitivitätsanalyse zur Stromerzeugung.....	91
6	Mobilität und kritische Rohstoffe	95
6.1	Kritikalität metallischer Rohstoffe.....	95
6.2	Kritische metallische Rohstoffe in den untersuchten Fahrzeugtypen	98
6.3	Fokus Lithium	99
6.3.1	Anwendungen	99
6.3.2	Globale Nachfrage	100
6.3.3	Nachfrage durch Neuwagen in der Schweiz.....	101
6.3.4	Mögliche Massnahmen	102
6.4	Fokus Seltenerdelemente	104
6.4.1	Anwendungen	104
6.4.2	Globale Nachfrage	104
6.4.3	Nachfrage durch Neuwagen in der Schweiz.....	106
6.4.4	Mögliche Massnahmen	107
6.5	Fokus Platinmetalle	109
6.5.1	Anwendungen	109
6.5.2	Globale Nachfrage	109
6.5.3	Nachfrage durch Neuwagen in der Schweiz.....	110
6.5.4	Mögliche Massnahmen	111
6.6	Fazit.....	112
7	Nachhaltigkeitsbeurteilung	115
7.1	Wirtschaftliche Relevanz der Automobilbranche	115
7.2	Methodik.....	118
7.3	Umwelt	120
7.4	Wirtschaft.....	125
7.5	Gesellschaft	131
8	Reboundeffekte.....	137
8.1	Treiber für Reboundeffekte	137
8.2	Können effiziente Fahrzeuge Reboundeffekte induzieren?	138
8.3	Massnahmen zur Reduktion von Reboundeffekten	141
9	Gesamtbeurteilung, Fazit und Empfehlung.....	143

9.1	Resultate für alle Szenarien	143
9.1.1	Technologieentwicklung	143
9.1.2	Umweltauswirkungen	144
9.1.3	Verfügbarkeit des Stroms	146
9.1.4	Rohstoffbeanspruchung	147
9.1.5	Volkswirtschaftliche Beurteilung	148
9.2	Gesamtbeurteilung und Fazit	150
9.3	Diskussion und Empfehlungen zu den Leitfragen	152
9.4	Mögliche Massnahmen aus der Perspektive der Stakeholder	160
 Anhänge		
A1	Literaturverzeichnis	169
A2	Glossar	180
A3	Potenzial für Verlagerung von MIV-Fahrleistung hin zu Kleinst-EV (und Bahn)	183
A4	Detaillierte Grundlagen zu Kapitel 2 (Marktpenetration von Elektro- mobilien)	188
A5	Detaillierte Grundlagen zu Kapitel 5 (Lebenszyklusanalyse)	191
Verzeichnis der Projektbeteiligten		202
Verzeichnis der Begleitgruppenmitglieder		203