

# 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 Elektromobilität: 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 Fahrzeug- wirkungsgarden.....	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- mobilen) .....	188
A5	Detaillierte Grundlagen zu Kapitel 5 (Lebenszyklusanalyse) .....	191
Verzeichnis der Projektbeteiligten .....		202
Verzeichnis der Begleitgruppenmitglieder .....		203