

Heft 3

59. Jahrgang

Österreichische Zeitschrift für Verkehrswissenschaft – ÖZV

(bis 1989 Verkehrsannalen)

Gedruckt mit Unterstützung unserer Kuratoriumsmitglieder sowie des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Medieninhaber und Herausgeber: Österreichische Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft (ÖVG);
1090 Wien, Kolingasse 13/7, Telefon: +43 / 1 / 587 97 27, Fax: +43/ 1 / 585 36 15

Redaktion: Chefredakteur: Univ.- Lektor Prof. Mag. Dr. Gerhard H. Gürtlich
 Chefredakteur Stv.: Univ.- Lektor DI Dr. Markus Ossberger
 Redaktion: DI Ruth Hierzer
 Redaktionsbeirat: Ao.Univ.Prof. Dr. Günter Emberger, Univ.-Prof. Dr. Norbert Ostermann,
 Ass.-Prof. Mag. Dr. Brigitta Riebesmeier, Univ.-Prof. Dr. Klaus Rießberger,
 Univ.-Prof. Dr. Gerd Sammer, Dr. Sepp Snizek, Dr. Csaba Székely,
 Dr. Helmut Zolles
 alle 1090 Wien, Kolingasse 13/7

Hersteller: **OUTDOOR PRINT-MANAGEMENT**
 Getreidemarkt 10, 1010 Wien

Bezugsbedingungen:

Der Bezug der Österreichischen Zeitschrift für Verkehrswissenschaft ist an die Mitgliedschaft bei der ÖVG gebunden.

Jahresbeitrag:

für Jungmitglieder	€ 18,—
für ordentliche Mitglieder (Einzelpersonen)	€ 39,—
für fördernde Mitglieder	€ 190,—
für Unternehmensmitglieder unter 100 Mitarbeiter	€ 450,—
für Unternehmensmitglieder über 100 Mitarbeiter	€ 900,—
für Kuratoriumsmitglieder	€ 2.500,—

Darüber hinaus kann die Österreichische Zeitschrift für Verkehrswissenschaft zu einem Kaufpreis von € 8,00 je Einzelheft zuzüglich Versandkosten erworben werden.

Auskünfte erteilt das Sekretariat der ÖVG, 1090 Wien, Kolingasse 13/7,
Telefon: +43 / 1 / 587 97 27, Fax: +43 / 1 / 585 36 15
E-Mail: office@oevg.at, Homepage: www.oevg.at

Die österreichische Zeitschrift für Verkehrswissenschaft erscheint viermal jährlich.

Manuskripte müssen druckfertig, wenn möglich in einem gängigen Textverarbeitungssystem, verfasst sein. Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Gewähr übernommen werden. Über die Annahme eines Beitrages entscheidet die Redaktion.

Der Nachdruck von Artikeln ist, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion gestattet.

Offenlegung gemäß Mediengesetz:

Ziel der Österreichischen Zeitschrift für Verkehrswissenschaft ist es, die Verkehrswissenschaft zu fördern, verkehrswissenschaftliche, -technische und -politische Themen zu behandeln, Lösungen aufzuzeigen sowie neue Erkenntnisse der verkehrswissenschaftlichen Forschung bekannt zu machen.

Verkehrspolitischer Standpunkt

Wolfgang WEIGEL

Die großen Tunnelbauvorhaben der Republik sind beliebte Objekte öffentlicher Kritik. Der Vorwurf verkehrspolitischer Maßlosigkeit ist vergleichsweise harmlos. Es gibt auch das behauptete Skandalon, dass Bauunternehmen fette Aufträge zugeschanzt werden; und es gibt die Stimmen, die danach schreien „Schwerter zu Pflugscharen“ zu machen und das Geld für sozial Bedürftige zu verwenden, statt dieses in einem Tunnel zu versenken.

Eines der schwierigsten Kunststücke in Österreich ist es eine emotional aufgeheizte Diskussion wieder in sachliche Bahnen zu lenken. Die sachlichen Bahnen betreffen im gegenständlichen Fall Investitionsvorhaben in die Verkehrsinfrastruktur. In diesem Bereich kann mit dem Mantra „Schwerter zu Pflugscharen“ aufgeräumt werden: Investitionsvorhaben betreffen die langfristig wirkenden Vermögenszugänge, der Sozialaufwand betrifft die laufende Gebarung.

Zu Beginn der Übung ist der verblüffenden Befund zu stellen, dass es eine spezielle Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) für abzubrechende bzw. gescheiterte öffentliche Infrastrukturprojekte nicht gibt. Ökonomisch gesehen sind diese nicht so leicht durchzuführen, denn die zum Entscheidungszeitpunkt bereits verbrauchten volkswirtschaftlichen Ressourcen fallen in die Kategorie der „versunkenen Kosten“ und daher im Kalkül nicht mehr ins Gewicht. Dies ließe sich bestenfalls durch Vor- (oder eigentlich: Rück-) Verlegung eines virtuellen Entscheidungszeitpunktes überwinden. Um Nutzenströme abzuschätzen, bedürfte es entsprechender – vergleichbarer – Alternativvorhaben. Die gebotene Transparenz ökonomischer Entscheidungen würde also methodisch selbst dann auf „recht wackeligen Beinen stehen“, wenn es ein Grundmuster für eine solche KNA gäbe.

Was für abzubrechende Projekte allenfalls noch zu berücksichtigen wäre, ist die Frage, ob ein „optimaler Vertragsbruch“ gerechtfertigt werden kann. Dieser aus der Rechtsökonomik stammenden Terminus läuft darauf hinaus, den durch die Aufkündigung der mit dem Vorhaben verknüpften Verträge entstehenden Entschädigungsaufwand durch die bewertete Vorteilhaftigkeit des vorzeitigen Baustopps abdecken zu können. Es handelt sich dabei um einen so genannten Kaldor-Hicks-Test. Auch dies greift zu kurz, weil damit die Folgewirkungen für die Gesellschaft und die gesellschaftliche Wohlfahrt nicht erfassbar sind.

Bei den drei in Frage gestellten Vorhaben – Koralmtunnel, Semmering-Basistunnel und Brenner-Basistunnel – muss auch noch auf einen weiteren wichtigen Umstand verwiesen werden: Infrastrukturprojekte sollten bei der Kalkulation ihrer Kosten und Nutzen in drei Phasen geteilt werden

- Planungsphase
- Errichtungsphase und
- Nutzungsphase.

(Diese Differenzierung hat der Ökonom Horst Siebert schon um 1970 eingebracht). Denn selbstverständlich sind die Kosten und Nutzen in jeder dieser Phasen unterschiedlich. Es ist offenkundig, dass sich die drei Projekte in unterschiedlichen Phasen der Realisierung befinden, wie man sich unschwer überzeugen kann (selbst wenn der Einwand laut wird, dass beispielsweise das Vorantreiben von Sondierstollen nicht ganz eindeutig der ersten oder zweiten Phase zuzurechnen sei).

Tröstlich ist, dass bei dieser Sicht der Dinge angesichts der unterschiedlichen Projektphasen der Abbruch von zwei der Vorhaben keine fatalen Folgen hätte. Da die für die Nutzungsphase kalkulierten direkten und indirekten volkswirtschaftlichen Vorteile jedoch mit dem Projektabbruch quasi auf den „Sankt-Nimmerleinstag“ verschoben würden, fielen ihr auf den Entscheidungszeitpunkt abdiskontierter Nutzen äußerst klein aus und würde damit den Projektgegnern zusätzliche Munition liefern. Die große Tunnelbau-Schelte steuert jedoch haarscharf an zwei weiteren ökonomischen Gegebenheiten vorbei.

Tunnelbauvorhaben haben nicht nur direkte Nutzen (wie z.B. die immer wieder mit müdem Lächeln genannten 20 Minuten Fahrzeiterparnis eines künftigen Semmering-Basistunnels). Wichtiger sind, da es sich um Elemente eines Netzwerkes handelt, die induzierten Nutzen für Vor- und Nachlaufstrecken. Um beim Semmering zu bleiben, wären das z.B. die insgesamt höheren möglichen Zuggewichte, die Möglichkeit der Einführung einer Rollenden Landstraße. Das wiederum lenkt das Augenmerk auf einen weiteren Umstand, jenen der Dringlichkeitsreihung von Vorhaben. Vielleicht ist es gar nicht die Dringlichkeitsreihung allein, sondern die planmäßige Vorgehensweise insgesamt, die man bei den österreichischen Verkehrswegen ins Visier nehmen sollte.

Aus dieser Perspektive ist beispielsweise die Auswirkung des Koralmtunnels auf das Netzwerk

der hochrangigen Verkehrsverbindungen nicht leicht zu erkennen. Es trifft sicher zu, dass die Ballungsräume von Graz und Klagenfurt neben einer Autobahn noch eine qualitativ hochwertige Bahnverbindung „vertragen können“, auch wenn die Potentiale der Erregung und Anziehung von Verkehrsströmen an jene in Deutschland nicht heranreichen. Jedoch die Agglomerationen im Murtal bleiben allemal auf der Strecke. Denen, und auch der Region St. Veit an der Glan wäre wohl mit dem Ausbau der Südbahn im Murtal mehr geholfen. Sieht man von wenigen Begründungen ab, war ein Ausbau (einschließlich Untertunnelung des Neumarkter Sattels) der Südbahn bisher keinen „Gedankenstrich“ wert. Es ist ein nur schwacher Trost, dass der Weiterbau der Schnellstraße über den Perchauer Sattel bis St. Veit an der Glan „auf Eis“ liegt. Der Verweis auf die große Schleife über Graz und die von dort eröffneten hochklassigen Wege durch den Koralmtunnel in den Süden vermag nicht zu überzeugen. Diese Aussage stimmt natürlich nicht. Says Gesetz besagt, dass sich jedes Angebot seine Nachfrage schaffe. Nur hatte Say natürlich nichts mit einem Monopol „am Hut“, doch die regionalen entwicklungspolitischen Impulse des Schienenverkehrs dürfen durchaus nicht außer Acht gelassen werden.

Das Räsonieren über die beiden Tunnelbauvorhaben Koralm und Semmering lässt einiges Erstaunen darüber wachsen, was hierzulande ökonomisch begründbare Prioritäten zu sein scheinen. Dabei darf das dritte Vorhaben, der Brenner-Basistunnel nicht vergessen werden. Für Österreich bzw. in der Terminologie der Kosten-Nutzen-Analyse – für die potentiell Begünstigten – ergeben sich zweifellos Vorteile aus der Entlastung der Umwelt. Dieser Faktor hängt allerdings entscheidend davon ab, ob ein Bahntunnel zu messbaren Substitutionsprozessen zwischen den Verkehrsträgern führen wird. In diesem Fall müsste die „Schweizer Seite“ gefragt werden, die bei den Vorhaben Gotthard und Lötschberg (- Simplon) rationalem ökonomischem Kalkül gefolgt sein werden. Interessant ist nur, dass man diesbezüglich so wenig von der italienischen Seite hört.

Die verkehrsgeographischen und topographischen Voraussetzungen sind auf der Südrampe des Brenner ungleich schwieriger und die Nutzen eines Basistunnels daher noch höher zu veranschlagen (wie bei der Gotthard-Südrampe und der Pontebbana, der Route durch das Kanaltal, ebenso). Könnte man über das Projekt des Brenner Basistunnels jedoch nicht sagen, was bezüglich einer innerösterreichischen Transversalen von Nordosten nach Südwesten, also aus den Transformationsländern über Wien vor allem Richtung Adria und auch den Golf von Genua gesagt wird: Nämlich, dass Letztere angesichts der von Kattowitz über Bratislava/Preßburg,

Budapest und weiter durch Kroatien und Slowenien existierenden Verbindung für obsolet gehalten werden darf (was dann nebenbei den Koralm-Tunnel zum regionalen Projekt degradiert).

Was für die parallel zur österreichischen Grenze laufende Transversale gilt, trifft doch auch auf einen Brenner-Basistunnel relativ zum Gotthard zu? Aber selbst gesetzt, dass das Vorhaben prinzipiell Sinn macht: Seine Umsetzung müsste eine massive Verschiebung des Modal-Split auslösen. Die Kosten-Nutzen-Analyse für den Brenner müsste mit zwei extrem auseinander liegenden Zukunftsszenarien gerechnet werden, was die Auslasten bzw. die Nachfrageentwicklung betrifft, und es scheint so zu sein, dass den Analytikern und den Politikern, welche den Analytikern über die Schultern schauen, Bedenken kommen, ob das Projekt nun tatsächlich (wohlfahrts-)ökonomischen Sinn macht: Dies würde die Hektik erklären, welche sich letztlich in den Bemühen niederschlägt die Kostenbelastung dadurch zu externalisieren, dass der Staatengemeinschaft der EU ein möglichst großer Brocken der Finanzierung zugeschoben wird.

Bei allem darf nicht übersehen werden, dass sich Italien mit der Erneuerung der Pontebbana den Luxus einer erstklassigen Alpentransversale geleistet hat, der in der Südrampe des Tauern eine gewisse Verlängerung erfährt, jedoch beim wirtschaftlich interessierten Zaungast einiges an Fragen über den Nutzen unbeantwortet lässt.

Der Koralm-Tunnel bringt beim Netzwerk-Effekt wenig, weil zwangsläufig wichtige Agglomerationen im Murtal und Kärnten gewissermaßen in seinem „Windschatten“ liegen. Der Brenner-Basistunnel steht ökonomisch auf schwachen Beinen, es sei denn, die Nutzenströme – vor allem für die topographisch benachteiligte Südseite – erweisen sich als hoch genug. Das Taktieren rund um den Semmering-Tunnel schließlich, der als integraler Bestandteil einer hochwertigen Nord-Süd-Verbindung unverzichtbar ist, bedroht die Verfügbarkeit einer zeitgemäßen Verkehrsinfrastruktur und leistet angesichts der beiden parallel verfügbaren Straßenverbindungen in die Region – Südautobahn und Semmering-Schnellstraße – der Entwicklung des Modal-Split in die der verkehrspolitischen Zielsetzung entgegengesetzte Richtung Vorschub.

Zusammenfassend bleibt festzustellen: Verkehrspolitik soll nicht einfach nachfrageseitigen Entwicklungen folgen, sondern Optionen eröffnen. Dies hat nichts mit Dirigismus zu tun, sondern mit einer durch gesellschaftliche Gesamteffizienz (vulgo: Wohlfahrtssteigerung) diktierten Vernunft. Man wünscht sich, dass die Verkehrspolitik durch ein strukturelles und strukturiertes Gesamtkonzept gekennzeichnet ist und nicht durch punktuelle Prioritäten.

Die psychologische Eignung von Triebfahrzeugführern und Betriebsbediensteten in Österreich

(mit Blick auf die gesetzlichen Rahmenbedingungen in Deutschland und in der Schweiz)

Birgit KANZLER, Andrea NECHTELBERGER, Martin NECHTELBERGER

1. Gesetzliche Rahmenbedingungen in Österreich

Die psychologische Eignungsuntersuchung bei Triebfahrzeugführern und Betriebsbediensteten soll eine bestmögliche Verkehrssicherheit im Schienenverkehr garantieren, in dem nur Personen, welche den psychischen Anforderungen des Berufes genügen, im Betrieb zugelassen werden.

Als im Jahr 1999 die Triebfahrzeugführer-Verordnung (TFVO)¹ durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) erlassen wurde, legte man als Standard allgemein fest, dass Eisenbahnunternehmen zur selbständigen Führung und Bedienung von Triebfahrzeugen nur Personen einsetzen dürfen, die u.a. „geistig und körperlich geeignet sind“ (§4 Abs. 2 TFVO).

Weiters wird Triebfahrzeugführern „die Ausübung der Befugnis zur selbständigen Führung und Bedienung eines Triebfahrzeugs in einem durch Medikamente, Alkohol oder Suchtgifte sowie durch Krankheit beeinträchtigten Zustand oder in einer hierfür sonst nicht geeigneten körperlichen oder geistigen Verfassung untersagt“ (§6 TFVO). Dies wird ergänzt durch die Bedingung, dass es Triebfahrzeugführern untersagt ist, „während der selbständigen Führung und Bedienung eines Triebfahrzeuges Alkohol oder Suchtgifte oder die körperliche oder geistige Verfassung beeinträchtigende Medikamente zu sich zu nehmen“ (§7 TFVO).

Bedingt durch die Liberalisierung des Schienenverkehrs wurden weitere gesetzliche Standards für die psychologische Eignungsuntersuchung in einer Novelle des Eisenbahngesetz 1957 (EisbG)² geschaffen. So wird nunmehr die „arbeitspsychologische Eignung zum selbständigen Führen und Bedienen von Triebfahrzeugen“ vom Gesetzgeber gefordert (§129 Abs. 4 EisbG 1957). Dem Antrag auf Ausstellung einer Fahrerlaubnis ist „ein von einem klinischen Psychologen oder einem Gesundheitspsychologen [...] erstelltes Gutachten, das eine Beurteilung darüber enthält, ob der Antragsteller über die arbeitspsychologische Eignung zum selbständigen Führen und Bedienen von Triebfahrzeugen verfügt“ (§133 EisbG 1957). Als Mindestumfang der der Begutachtung zugrundeliegenden Untersuchung sind die Standards der EU-Richtlinie über die Zertifizierung von Triebfahrzeugführern⁴ anzuwenden, welche in Anhang II, Abschnitt 2.2 dieses Dokumentes angeführt werden. Die Richtlinie wurde im Zuge des 3. Eisenbahnpakets der EU beschlossen.⁵

„Die arbeitspsychologischen Untersuchungen sollen dem Eisenbahnunternehmen bei der Einstellung von Mitarbeitern und bei der Personalverwaltung helfen. Was den Inhalt der psychologischen Beurteilung anbelangt, so muss bei der Untersuchung festgestellt werden, dass der Bewerber keine nachgewiesenen arbeitspsychologischen Defizite, insbesondere in Bezug auf seine Einsatzfähigkeit, und keine relevanten Persönlichkeitsfaktoren aufweist, die eine sichere Ausübung seiner Tätigkeit beeinträchtigen können.“

Diese psychologische Untersuchung ist zumindest alle 10 Jahre vom Inhaber der Fahrerlaubnis der Schieneninfrastruktur-Dienstleistungsgesellschaft mbH und dem zuständigen Eisenbahnunternehmen nachzuweisen.

Die Übergangsbestimmungen (§176 EisbG 1957) regeln weiters, dass Psychologen, welche im Rahmen der TFVO bereits entsprechend betraut und wiederholt tätig waren, weiterhin tätig sein dürfen.

Für Betriebsbedienstete (so auch für Zugbegleiter, Zugchefs) gelten die Bestimmungen der Eisenbahnbau- und -betriebsverordnung (Eis-BBV⁶). „Als Betriebsbediensteter darf nur tätig sein, wer [...] geistig und körperlich tauglich ist“ (§37 Abs. 1 EisBBV). „Die Betriebsbediensteten müssen die besonderen Eigenschaften haben, die ihr Dienst erfordert; dies kann durch Eignungsuntersuchungen festgestellt werden“. (§37 Abs. 6 EisBBV). Somit sind auch hier die gesetzlichen Grundlagen für psychologische Eignungsuntersuchungen gegeben.

Im Bereich der Eignungsuntersuchungen für Triebfahrzeugführer sind zudem die gesonderten Richtlinien der Schieneninfrastruktur-Dienstleistungsgesellschaft mbH (SCHIG) zu beachten.

2. Gesetzliche Rahmenbedingungen in Deutschland für Triebfahrzeugführer

In Deutschland ist die Triebfahrzeugführerscheinverordnung (TFV)¹¹ maßgeblich. Es wird definiert, dass Triebfahrzeugführer sich bei der Einstellung einem psychologischen Eignungstest zu unterziehen haben. Der begutachtende Psychologe und die Stelle müssen vom Eisenbahn-Bundesamt anerkannt sein. Als Mindestinhalt der psychologischen Einstellungsuntersuchung ist definiert:

- Kognitive Kriterien: Aufmerksamkeit und Konzentration, Gedächtnis, Wahrnehmungsfähigkeit, Urteilsvermögen
- Kommunikation
- Psychomotorische Fähigkeiten: Reaktionsgeschwindigkeit, Koordination der Hände
- Tätigkeitsrelevante Persönlichkeits- und Einstellungsfaktoren.

Analoges gilt für die medizinischen Untersuchungen. Einmal im Jahr müssen die anerkannten Ärzte und Psychologen an einer vom Eisenbahn-Bundesamt ausgerichteten Fortbildungsveranstaltung teilnehmen. Die AAP ist eine vom deutschen Eisenbahn-Bundesamt an-

erkannte Stelle zur Durchführung der psychologischen Einstellungsuntersuchungen für Triebfahrzeugführer.

3. Gesetzliche Rahmenbedingungen in der Schweiz für Triebfahrzeugführer

In der Schweiz ist das Bundesamt für Verkehr BAV zuständig. Dieses hat die Richtlinie „Psychologische Tauglichkeitsuntersuchungen für Triebfahrzeugführer und -führerinnen der Eisenbahn nach VTE“¹² herausgegeben. Dieser Richtlinie kommt nicht der Rang von Gesetz oder Verordnung zu, sie ist aber verbindlicher als eine bloße Empfehlung. Es werden in vier Kategorien (Lokführende im Rangierdienst bis zu Lokführende mit Geschwindigkeiten grösser als 100 km/h) in verschiedenen psychologischen Dimensionen Prozenträge als untere Mindestniveaus eingeführt. Die zu überprüfenden Dimensionen sind:

1. Intelligenz und Gedächtnis
 - a. Geistige Flexibilität (logisch schlussfolgerndes Denken, rasches Auffassungsvermögen)
 - b. Erfassen von sprachlicher Bedeutung
 - c. Sachlogisches, numerisches Denken
 - d. Räumliches Vorstellungsvermögen
 - e. Merkfähigkeit (unmittelbare Wiedergabe)
 - f. Langzeitgedächtnis (Wiedergabe nach min. 20 Minuten).
2. Kognitiv-psychoreaktive Funktionstüchtigkeit
 - a. Selektive Aufmerksamkeit vs. Störbarkeit
 - b. Rasche und sichere komplexe Entscheidungen unter Zeitdruck
 - c. Visuelle Orientierung vs. Störbarkeit
 - d. Überblicksgewinnung (Personen, Fahrzeuge, Signale)
 - e. Erfassung diffuser Reize in komplexen Situationen (Tempo und Qualität)
 - f. Dauerbelastbarkeit bei mittlerer Beanspruchung
 - g. Aufmerksamkeit, Wachsamkeit, Vigilanz unter monotoner Bedingung.
3. Persönlichkeitsvoraussetzungen
 - a. Psychische Stabilität
 - b. Regelkonformität
 - c. Risikosensibilität
 - d. Verantwortungsbereitschaft
 - e. Selbstreflexion
 - f. Umgang mit belastenden Ereignissen.

4. Fahrerlaubnis für Triebfahrzeugführer in der Europäischen Union

Gemäß Artikel 7 (geographischer Geltungsbe- reich) der EU Richtlinie 2007/59/EG⁴ gilt eine in einem EU Mitgliedsland erteilte Fahrerlaubnis auch für andere EU Staaten.

5. Psychologische Standards und Empfehlungen

Neben den gesetzlichen Bestimmungen sind aus der Literatur bekannte psychologische Standards wesentlich, um dem Stand der Wissenschaft entsprechende psychologische Eignungsuntersuchungen für Triebfahrzeugführer und Eisenbahnbedienstete anbieten zu können.

Fachlich orientieren kann man sich am Abkommen zwischen der Communauté Européenne du Rail (CER) und der Fédération Européenne des Travailleurs des Transports (ETF) über die Europäische Lizenz für die grenzüberschreitend tätigen Lokführer bei Interoperabilität⁷. Nach dieser empfehlenden Schrift dürfen nur Beurteilungsmittel auf der Basis von wissenschaftlich-psychologischen Prinzipien verwendet werden. Hierbei sollen „die psychologischen Untersuchungen [...] dem Eisenbahnunternehmen bei der Zuweisung und der Verwaltung der Mitarbeiter helfen, die über die Kenntnisse, die psychomotorischen Fähigkeiten, die Verhaltensweise und eine Persönlichkeit verfügen, um ihre Aufgaben ohne Risiko zu erfüllen. Bei der Festlegung des Inhalts der psychologischen Untersuchung muss der Psychologe mindestens die folgenden Kriterien in Betracht ziehen, die bezüglich der Anforderungen an jede Sicherheitsfunktion relevant sind“:

- Kenntnisbezogene Kriterien: Aufmerksamkeit und Konzentration, Gedächtnis, Empfindungsvermögen, Beurteilungsvermögen, Kommunikation
- Psychomotorische Kriterien: Reaktionsvermögen, Bewegungskoordination
- Kriterien bzgl. der Verhaltensweise und der Persönlichkeit: emotionale Selbstkontrolle, Zuverlässigkeit des Verhaltens, Autonomie, Gewissenhaftigkeit.

Diese Kriterien werden ebenso in einem Kongresspapier vom Fit-To-Drive Kongress⁸ beschrieben. Eine sehr ähnliche Darstellung findet sich im Annex 2 der Technischen Spezifikation für Interoperabilität⁹. Die psychologische Untersuchung wird demnach Persönlichkeitstests, Leistungstests, Verhaltensbeobachtung wie auch ein detailliertes Explorationsgespräch umfassen.

6. Verwendung von psychologischen Testverfahren

Eine Vielzahl von Testsystemherstellern bieten psychologische Persönlichkeits-, Leistungs- und Intelligenztests an. Innerhalb der AAP finden österreichweit bei psychologischen Eignungsuntersuchungen Testsysteme der Firma Schuh-

fried Verwendung. Das Unternehmen hat einen speziellen Testsystem-Katalog, welcher auf psychologische Testungen bei Zugpersonal ausgerichtet ist¹⁰. Die Testbatterie für die Untersuchung von Triebfahrzeugführern, welche von der Firma Schuhfried entwickelt worden ist, wurde laut Herstellerangaben in Übereinstimmung mit den Voraussetzungen der Europäischen Fahrerlaubnis für Triebfahrzeugführer erstellt. Die Testbatterie besteht aus

- 2HAND (Zweihand Koordination)
- AMT (Adaptiver Matrizentest)
- BFSI (Big-Five Struktur Inventar)
- COG (Cognitrone)
- IBF (Intelligenz-Basis-Funktionen)
- LVT (Linienverfolgungstest)
- RT (Reaktionstest)
- VISGED (Visueller Gedächtnistest)
- WAFV (Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen: Vigilanz).

Es sind zahlreiche optional ergänzbare Verfahren der Firma Schuhfried verfügbar. Es liegt jedoch jedenfalls beim untersuchenden Klinischen Psychologen oder Gesundheitspsychologen, je nach Anlassfall die geeigneten Testverfahren auszuwählen – so auch etwa Testbatterien für Zugchefs und Zugbegleiter wie auch anderes Betriebspersonal bei Eisenbahnunternehmen.

7. Ausgewählte Ergebnisse aus der Praxis: Triebfahrzeugführer

Basierend auf den Daten aus 2009 – 2011 (n = ca. 200) werden die psychologischen Testergebnisse der Gruppe der Bewerber für Triebfahrzeugführerstellen wie auch Zugbegleiter verglichen mit den (altersspezifischen) Daten der Gesamtnorm.

Im Bereich der Triebfahrzeuguntersuchungen haben wir bislang eine Stichprobe von n=94 (92 Männer, 2 Frauen) ausgewertet. Das Alter der Probanden beträgt zwischen 21 und 59 Jahren. 29 Personen sind bereits Triebfahrzeugführer und müssen die Untersuchung aufgrund beruflicher Veränderungen (Wechsel des Eisenbahnunternehmens) machen, 65 Personen beginnen die Ausbildung zum Triebfahrzeugführer und müssen daher die psychologische Eignungsuntersuchung durchführen lassen.

Frage 1: Bestehen (signifikante) Unterschiede zwischen jüngeren (20-40 Jahre) und älteren (41-59) Personen in der Persönlichkeit?

Als mehrdimensionales Persönlichkeitsprofil kam der Eyesenk Personality Profiler (EPP6) zum Einsatz.

Es zeigte sich, dass ältere Personen im Faktor Emotionalität signifikant höhere Werte aufweisen als jüngere Personen (Abb. 1). Ältere Personen zeigen hier signifikant höhere Werte in den Subskalen Minderwertigkeitsgefühl (Abb. 2) und Besorgtheit (Abb. 3).

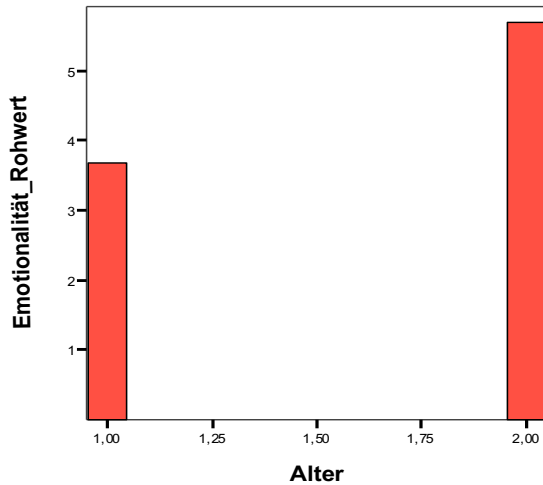


Abb. 1: Rohwert der Emotionalität, Vergleich beider Altersgruppen

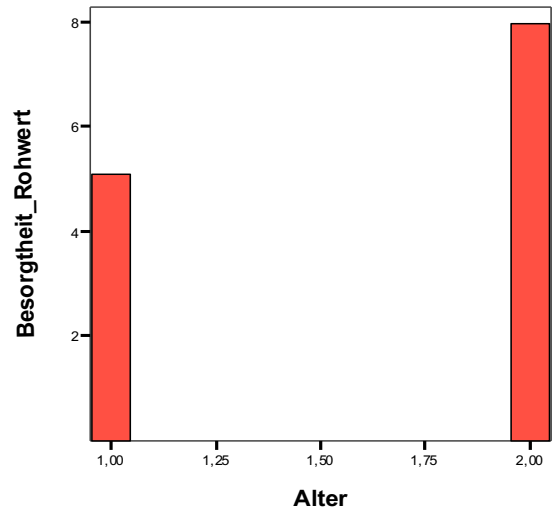


Abb. 3: Rohwert der Besorgtheit, Vergleich beider Altersgruppen

Hinsichtlich der Kontaktfreudigkeit der Triebfahrzeugführer konnten wir feststellen, dass jüngere Personen signifikant höhere Werte aufweisen als ältere Personen.

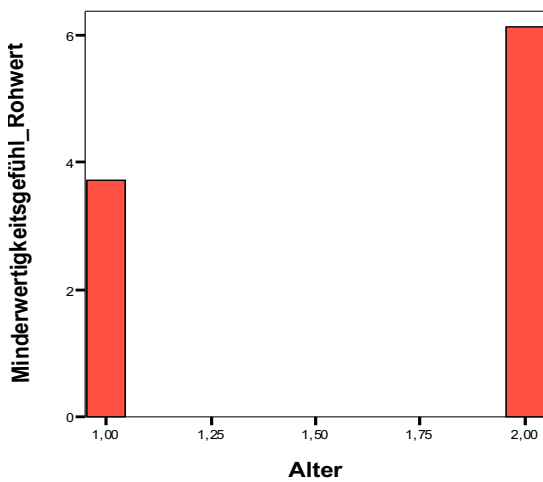


Abb. 2: Rohwert des Minderwertigkeitsgeföhls, Vergleich beider Altersgruppen

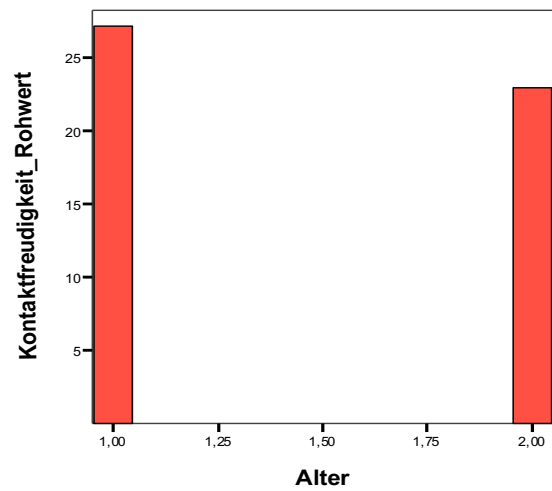


Abb. 4: Rohwert der Kontaktfreudigkeit, Vergleich beider Altersgruppen

	Unterdurchschnittlich	Durchschnittlich	Überdurchschnittlich
Extraversion	2	55	5
Emotionalität	43	19	0
Abenteuerlust	46	16	0
Aktivität	2	53	7
Kontaktfreudigkeit	1	50	11
Selbstbewusstsein	11	48	3
Minderwertigkeitsgeföh	35	26	1
Schwermut	34	28	0
Besorgtheit	37	25	0
Risikobereitschaft	33	27	2
Impulsivität	38	23	1
Verantwortungslosigkeit	50	12	0
Dissimulation	0	17	45

Tab. 1: Vergleich der Probandengruppe von 20-40 Jahren mit der passenden Normstichprobe

Frage 2: Bestehen Unterschiede zwischen unserer Probandengruppe der „jungen Personen“ (20-40 Jahren) in Bezug auf die Normstichprobe der 20-40 Jährigen?

In der vorhergehenden Abbildung haben wir unsere „junge“ Probandengruppe in Vergleich zur passenden Normstichprobe gesetzt, wobei Prozenträge <16 als unterdurchschnittlich, von 16-85 als durchschnittlich und über 85 als überdurchschnittlich gewertet werden.

Es zeigte sich, dass die „junge“ Probandengruppe in den rot markierten Bereichen im Vergleich zur altersentsprechenden Normstichprobe unterdurchschnittliche Ausprägungen hat. Es zeigen sich hier bei unserer Probandengruppe niedrigere Werte in den Persönlichkeitsfaktoren Emotionalität und Abenteuerlust als bei der Normstichprobe. Sie geben an, im Gegensatz zur Normstichprobe höheres Vertrauen in ihre Fähigkeiten zu haben (Minderwertigkeitsgefühl), eher glücklich, optimistisch, frohsinnig (Schwermut), ruhig und gelassen (Besorgtheit), weniger risikofreudig zu sein und eine Vorliebe für Vertrautheit und Sicherheit (Risikobereitschaft) zu haben. Zudem beschreiben sie sich als sorgfältiger, systematischer und ordentlicher (Impulsivität) sowie gewissenhafter, zuverlässiger und vertrauenswürdiger (Verantwortungslosigkeit) als die Normstichprobe.

Man muss diese Ergebnisse aber dahingehend relativieren, dass die Dissimulationsskala eine überdurchschnittlich starke Ausprägung im Vergleich zur Normstichprobe aufweist. Dies bedeutet, dass die Mehrheit der Probanden entsprechend geantwortet hat, um sich in ein positives Licht zu rücken. Dies ist angesichts der Bewerbungssituation, in der die Probanden stehen, auch verständlich. Die Zuverlässigkeit des Fragebogens gilt laut Manual des EEP6 erst ab einem Prozentrang von über 95 (PR>95) in der Dissimulationsskala als beeinträchtigt. Prozenträge über 84 (PR >84) müssen mit einer gewissen Vorsicht interpretiert und als Versuch, die soziale Erwünschtheit zu erhöhen angesehen werden.

	<i>Unterdurchschnittlich</i>	<i>Durchschnittlich</i>	<i>Überdurchschnittlich</i>
Extraversion	2	23	7
Emotionalität	9	23	0
Abenteuerlust	17	15	0
Aktivität	1	27	4
Kontaktfreudigkeit	2	24	6
Selbstbewusstsein	9	21	2
Minderwertigkeitsgefühl	10	22	0
Schwermut	11	21	0
Besorgtheit	8	22	2
Risikobereitschaft	11	20	1
Impulsivität	15	17	0
Verantwortungslosigkeit	17	15	0
Dissimulation	2	17	13

Tab. 2: Vergleich der Probandengruppe von 41-59 Jahren mit der passenden Normstichprobe

Frage 3: Bestehen Unterschiede zwischen unserer Probandengruppe der „älteren Personen“ (41-59 Jahren) in Bezug auf die Normstichprobe der 41-77 Jährigen?

In der folgenden Grafik haben wir unsere „ältere“ Probandengruppe in den Vergleich zur passenden Normstichprobe gesetzt. Auch hier fällt auf, dass in den Skalen Abenteuerlust, Minderwertigkeitsgefühl, Schwermut, Risikobereitschaft, Impulsivität und Verantwortungslosigkeit eher unterdurchschnittliche Werte im Vergleich zur altersspezifischen Norm angegeben werden. Zudem sind wieder erhöhte Dissimulationswerte ablesbar.

Frage 4: Bestehen signifikante Unterschiede in Bezug auf die Reaktionsgeschwindigkeit (DT), Zeitgerechten Reaktionen (DT) und Verspätete Reaktionen (DT) im Altersvergleich unserer Personen (Altersgruppen 20-25, 26-35, 35-59)?

Es zeigte sich, dass in der Variable „Median Reaktionszeit“ ältere Personen signifikant langsamer sind (Abb. 5).

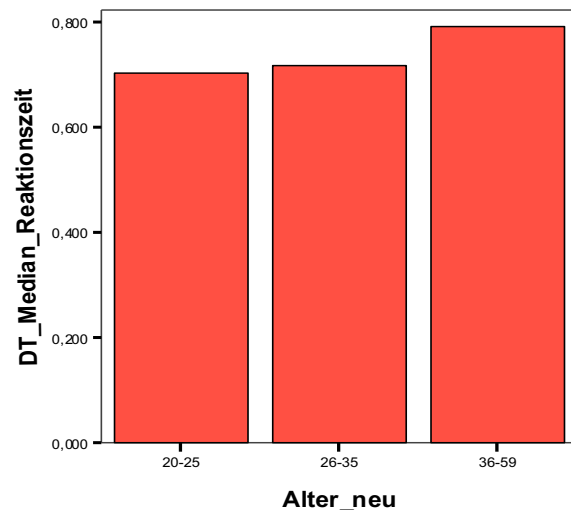


Abb. 5: Median der Reaktionszeit (DT), bezogen auf die Altersgruppen

Jüngere Personen antworten signifikant zeitgerechter (Variable Zeitgerechte, Abb. 6).

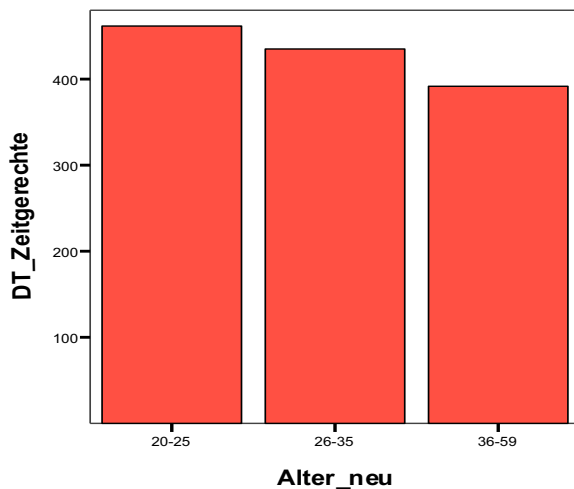


Abb. 6: Median der Zeitgerechten Antworten (DT), bezogen auf die Altersgruppen

Ältere Personen reagieren signifikant später auf die Reize (Variable Verspätete, Abb. 7).

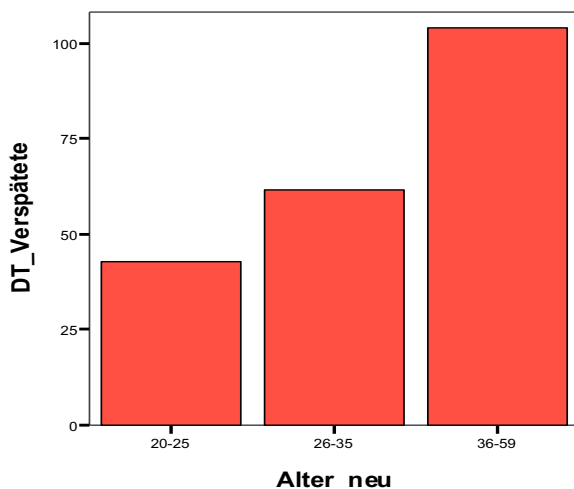


Abb. 7: Median der Verspäteten Antworten (DT), bezogen auf die Altersgruppen

Frage 5: Wie verhalten sich die Personen unserer Probandengruppe im Vergleich zur Altersnorm im DT (PR<16 ... unterdurchschnittlich, PR 16-85 ... durchschnittlich, PR>85 ... überdurchschnittlich)?

Es werden hier die Ergebnisse der Altersgruppe der 36-59 Jährigen, n=46 dargestellt (Tabelle 3):

	Unterdurchschnittlich	Durchschnittlich	überdurchschnittlich
Median Reaktionszeit	0	26	20
Zeitgerechte	1	37	8
Verspätete	4	35	7
Falsche	3	37	6
Ausgelassene	2	29	15
Richtige	2	29	15

Tab. 3: Vergleich der Probandengruppe von 36-59 Jahren mit der passenden Normstichprobe

Es zeigt sich, dass die Anzahl der „Ausgelassenen“ bei unserer Probandengruppe geringer ist. Der „Median Reaktionszeit“ sowie die Anzahl der „richtigen Reaktionen“ sind bei unserer Probandengruppe höher ausgeprägt als bei der Altersnorm. Dies bedeutet, dass sowohl die reaktive Belastbarkeit (Fähigkeit, bei einfachen Aufgaben, längere Zeit hindurch unter Stress adäquat zu reagieren) unserer Probandengruppe als auch die selektive Aufmerksamkeit (Fähigkeit, sich relevanten Reizen willentlich zuzuwenden, sie selektiv zu erfassen und die gewünschte Handlung auszuführen, sowie Reaktionen auf irrelevante Merkmale zu unterdrücken) unserer Probandengruppe im Vergleich zur Altersnorm höher ausgeprägt sind.

Frage 6: Welche Motivation äußern Kandidaten in der Exploration für Ihre (geplanten) Tätigkeit als Triebfahrzeugführer

41% Kindheitstraum: Kindheitserinnerungen (Bahn), Leidenschaft und Faszination für die Eisenbahn, schon seit der Kindheit Interesse an der Eisenbahn, Eisenbahn ist ein Hobby, schon als Kind mit der Modellbahn gespielt

21% berufliche Neuorientierung

17% waren schon vorher im Eisenbahnbereich tätig (Zugbegleiter, Lokführer, Schaffner, Instandhaltung, Verschub, U-Bahn)

10% diverses

9% familiäre Vorbelastung: Familienmitglieder, Freunde, Bekannte waren / sind auch im Eisenbahnbereich tätig

9% Vorzüge der Arbeit: unterwegs sein, geregelte Arbeitszeiten, sicherer Arbeitsplatz

8. Ausgewählte Ergebnisse aus der Praxis: Zugbegleiter

Insgesamt wurde eine Stichprobe von 85 Zugbegleitern ausgewertet, davon waren 54 Personen männlich und 31 Personen weiblich. Die Altersverteilung lag zwischen 21 und 54 Jahren.

Frage 1: Bestehen (signifikante) Unterschiede zwischen den jüngeren (20-40 Jahre) und älteren (41-59) Personen unserer Personengruppe im Persönlichkeitsfaktor Extraversion?

Ein signifikantes Ergebnis in der Hauptvariable Extraversion lässt darauf schließen, dass es Unterschiede im Persönlichkeitsfaktor Extraversion zwischen den jüngeren und älteren Testpersonen unserer Personengruppe gibt (Abb. 8). Die Abbil-

Abbildung 8 zeigt, dass die jüngeren Zugbegleiter im Persönlichkeitstest EPP6 höhere Werte in der Hauptvariable Extraversion erzielen.

Bei näherer Betrachtung der Subskalen der Hauptvariable Extraversion wird ersichtlich, dass die Korrelation zwischen dem Alter und der Subskala Kontaktfreudigkeit ein signifikantes Ergebnis (Abb. 9) ergibt. Die Abbildung demonstriert, dass die jüngeren, getesteten Personen höhere Werte aufweisen und somit angeben, kontaktfreudig(er) zu sein als die älteren Zugbegleiter.

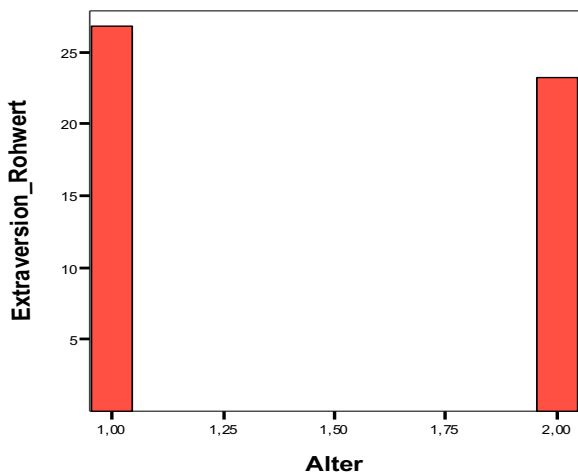


Abb. 8: Rohwert der Extraversion (EPP6), bezogen auf die Altersgruppen

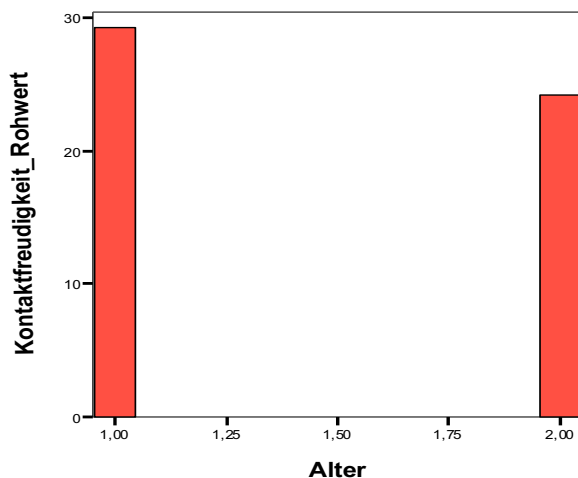


Abb. 9: Rohwert der Kontaktfreudigkeit (EPP6), bezogen auf die Altersgruppen

Ein ebenfalls signifikantes Ergebnis zeigt die Korrelation zwischen dem Alter und der Subskala Selbstbewusstsein (Abb. 9). Die jüngeren Zugbegleiter zeigen höhere

Werte als die älteren auf, sie geben somit an, selbstbewusster zu sein als die älteren Zugbegleiter.

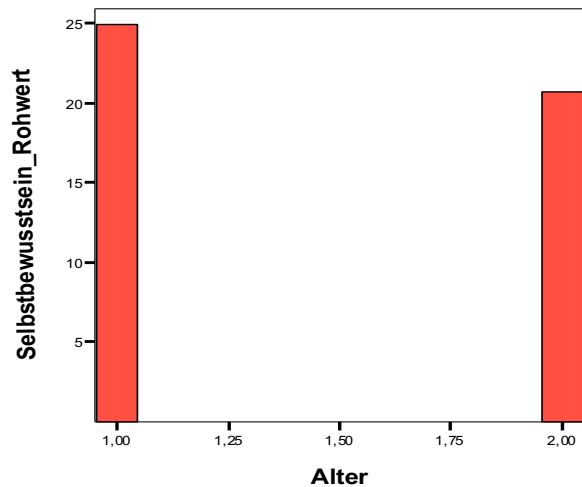


Abb. 10: Rohwert der Skala Selbstbewusstsein (EPP6), bezogen auf die Altersgruppen

Frage 2: Bestehen (signifikante) Unterschiede zwischen jüngeren (20-40 Jahre) und älteren (41-59) Zugbegleitern hinsichtlich ihrer Intelligenz?

Die Testergebnisse im SPM (Ravens Progressive Matrices) Test erbrachten keine signifikanten Unterschiede.

Frage 3: Bestehen Unterschiede im Persönlichkeitstest EPP6 zwischen unserer Probandengruppe der „jungen Personen“ (20-40 Jahren) in Bezug auf die Normstichprobe der 20-40 Jährigen?

Die Analyse der Testergebnisse der Zugbegleiter im EPP6 ergibt ein ähnliches Bild wie die Analyse der Testergebnisse der Triebfahrzeugführer im EPP6.

Die Zugbegleiter unserer Probandengruppe zeigen im Vergleich zur Normstichprobe niedrigere Werte in den Persönlichkeitsfaktoren Emotionalität und Abenteuerlust. Bei genauerer Betrachtung der Subskalen wird ersichtlich, dass die

	Unterdurchschnittlich	Durchschnittlich	Überdurchschnittlich
Extraversion	1	50	15
Emotionalität	49	17	0
Abenteuerlust	34	32	0
Aktivität	1	55	10
Kontaktfreudigkeit	0	46	20
Selbstbewusstsein	2	50	14
Minderwertigkeitsgefühl	38	28	0
Schwermut	38	28	0
Besorgtheit	41	25	0
Risikobereitschaft	23	38	5
Impulsivität	30	36	0
Verantwortungslosigkeit	46	20	0
Dissimulation	1	27	38

Tab. 4: Vergleich der Probandengruppe von 20-40 Jahren mit der passenden Normstichprobe

Zugbegleiter im Gegensatz zur Vergleichsgruppe höheres Vertrauen in ihre Fähigkeiten haben (Minderwertigkeitsgefühl), eher glücklich, optimistisch, frohsinnig (Schwermut), weniger besorgt und eher ruhig und gelassen sind (Besorgtheit). Zudem geben sie an sorgfältiger, systematischer, ordentlicher (Impulsivität) sowie gewissenhafter, zuverlässiger und vertrauenswürdiger (Verantwortungslosigkeit) als die Normstichprobe zu sein. Erhöhte Dissimulationswerte lassen darauf schließen, dass sozial erwünscht geantwortet wurde.

9. Fazit

Der Gesetzgeber hat Rahmenbedingungen geschaffen, um arbeitspsychologische Eignungsuntersuchung von Triebfahrzeugführern und Eisenbahnpersonal mit qualitativ hohen Standards durch Klinische Psychologen und Gesundheitspsychologen durchführen zu lassen. Dies ist zweifellos ein wesentlicher Schritt in der kontinuierlichen Liberalisierung des Schienenverkehrs. Durch die zunehmende Anzahl an privaten Eisenbahnunternehmen wird auch die Nachfrage nach psychologischen Eignungsuntersuchungen steigen. Die statistischen Auswertungen der vorliegenden Testergebnisse geben zu erkennen, dass die untersuchten Probanden doch einige Unterschiede in Bezug auf die jeweilige Normstichprobe aufweisen. Eine Interpretation der statistischen Auswertungen sollte jedoch erst nach Vorliegen weiterer Forschungsdaten erfolgen.

Hinweis: Auf eine geschlechtsneutrale Schreibweise wurde wegen der besseren Lesbarkeit verzichtet; es sind beide Geschlechter angesprochen.

Literatur- und Quellenverzeichnis:

- 1 Republik Österreich, Triebfahrzeugführer-Verordnung, BGBl. II Nr. 64/1999
- 2 Republik Österreich, Eisenbahngesetz 1957, BGBl. I 25/2010
- 3 Republik Österreich, Internetinformationssysteme PsychologInnen und PsychotherapeutInnen, abrufbar unter ipp.bmg.gv.at
- 4 Europäische Union, Richtlinie 2007/59/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Zertifizierung von Triebfahrzeugführern, die Lokomotiven und Züge im Eisenbahnsystem in der Gemeinschaft führen
- 5 Mag. Klaus Gstetterbauer, Die sogenannten „Eisenbahnpakete der Europäischen Union“, Artikel in Zeitschrift für Verkehrsrecht (ZVR), 2009/251
- 6 Republik Österreich, Verordnung über den Bau und Betrieb von Eisenbahnen, BGBl. II Nr. 398/2008
- 7 Johannes Ludwig und Norbert Hansen, Abkommen zwischen der Communauté Européenne du Rail (CER) und der Fédération Européenne des Travailleurs des Transports (ETF) über die Europäische Lizenz für die grenzüberschreitend tätigen Lokführer bei Interoperabilität, 27. Januar 2004
- 8 Pierangelo Sardi, Claudio Signoretti, Psychological Fitness to drive in European interoperability railways directives, Fit – To Drive, 1st International Traffic Expert Congress, Berlin Mai 3rd-5th 2006
- 9 European Commission Mobility and Transport, Technischen Spezifikation für Interoperabilität (TSI-OPE), 2006
- 10 Schuhfried GmbH, Psychological Examination of Train Personnel – Vienna Test System, 2011, download unter www.schuhfried.at
- 11 Triebfahrzeugführerscheinverordnung, im Internet unter <http://www.buzer.de/s1.htm?g=TfV&f=1>, Abfrage am 02.07.2012
- 12 Richtlinie Psychologische Tauglichkeitsuntersuchungen für Triebfahrzeugführer und -führerinnen der Eisenbahnen nach VTE, download unter www.bav.admin.ch/grundlagen/ am 02.07.2012

**Ein Beitrag zum SciNet Wissenschaftsforum
2012 an der WU Wien**

Ein kostenminimierender heuristischer Lösungsalgorithmus für das Network Sensor Location Problem

Emanuel SEITINGER

1. Einleitung

Während in den letzten Jahren das Verkehrsvolumen von Eisenbahn und Schifffahrt stagnierte, nahm das Volumen des Straßenverkehrs stetig zu. Da diese Tendenz des Modal Splits in Richtung Straßenverkehr eine erhöhte Nachfrage nach Informationen über den Verkehrsfluss auf Straßen mit sich bringt, ist es notwendig diesen zu schätzen. Derartige Schätzungen können durch Sensoren, die den Verkehrsfluss messen, erreicht werden. In der Praxis ist es jedoch aus Kostengründen nicht möglich, jeden Straßenabschnitt mit Sensoren auszustatten. Das Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung einer Methode, die genaue Schätzungen mit möglichst niedrigen Kosten erlaubt. Diese Optimierungsaufgabe wird in der Literatur als *Network Sensor Location Problem* (NSLP) bezeichnet.

Aktuelle Forschungsergebnisse liefern eine Vielzahl von Modellen, die eine Lösung für dieses Problem bieten. Die erste diesbezügliche Arbeit (Yang/Zhou 1998) formuliert das NSLP als Teilproblem der Schätzung des Verkehrsaufkommens zwischen Quellen und Senken im Netzwerk. Ähnliches Vorgehen weisen Bianco/Confessore/Reverbi (2001), Gan/Yang/Wong (2005), Yang/Yang/Gan (2006) und Ehler/Bell/Grosso (2006) auf. Für einen ausführlichen Überblick der existierenden Literatur sei auf das erste Kapitel von Hu/Peeta/Chu (2009) verwiesen. Dabei verlangen die Modelle in diesen Arbeiten unter anderem Kenntnis über die Verteilung des Verkehrs auf den jeweiligen Routen zwischen Quellen und Senken, Informationen über die Verkehrsdichte auf gewissen Abschnitten oder Annahmen über die Beliebtheit einzelner Straßenabschnitte. Diese Voraussetzungen, die üblich für die Schätzung des Flusses zwischen Quellen und Senken sind, können vermieden werden, indem das NSLP als eigenständiges Problem betrachtet wird. Während Eisenman et al. (2006) Simulationen durchführen, um die optimale Platzierung der Sensoren zu finden, entwickeln Hu/Peeta/Chu (2009) die erste direkte Lösungsmethode für das NSLP. Außerdem formulieren sie Vorschläge zur Verbesserung ihres Modells, welche die Hauptmotivation für die vorliegende Arbeit darstellen.

In dieser Arbeit wird zuerst das existierende Modell von Hu/Peeta/Chu (2009) präsentiert.

Anschließend wird die Performance des Modells in Bezug auf Straßennetze anhand von typischen Beispielen untersucht. Darauf aufbauend werden dessen Stärken und Schwächen diskutiert. Der Hauptteil der Arbeit ist der Elimination dieser Schwächen gewidmet. Es wird ein erweiterter Lösungsalgorithmus für das NSLP entwickelt und auf dessen praktische Anwendbarkeit untersucht. Dazu dient unter anderem die Lösung des NSLP für das Straßennetzwerk eines Stadtteils von Wien.

2. Präsentation des existierenden Modells

Die essentiellen Bausteine des Modells von Hu/Peeta/Chu (2009) sind die *Link-Pfad Inzidenzmatrix* und *Basis-Links*.¹ Zuerst wird das Straßennetzwerk als mathematisches Netzwerk modelliert. Dazu werden Kreuzungen in Knoten und Straßenabschnitte in Links abgebildet. Die Eingangs- und Ausgangspunkte des Straßennetzwerks werden als Quellen und Senken modelliert. In diesem Fall entspricht der Fluss eines Links im Netzwerk dem Verkehrsfluss des dazugehörigen Straßenabschnittes. Die Link-Pfad Inzidenzmatrix dient nun dazu, die Struktur dieses Netzwerks abzubilden. Dabei wird die Liste der Pfade im Netzwerk in den Zeilen der Liste der Straßenabschnitte (Links) in den Spalten gegenübergestellt. Befindet sich in der Route der i -ten Reihe der Straßenabschnitt der j -ten Spalte, wird der betreffende Eintrag (i, j) in der Matrix 1 gesetzt, andernfalls 0. Wie bei jeder anderen Matrix spannen die Spaltenvektoren der Link-Pfad Inzidenzmatrix einen Vektorraum auf, für den eine Basis aus Spaltenvektoren existiert. Links, die zu diesen Basis-Spalten gehören, werden Basis-Links genannt. Indem die Link-Pfad Inzidenzmatrix in reduzierte Zeilenstufenform (RZSF) gebracht wird, lassen sich die Basis-Links finden.

Hu/Peeta/Chu (2009) beweisen, dass der Fluss jedes Links als eine Linearkombination der Flüsse der Basis-Links dargestellt werden kann. Um den Fluss eines Links zu bestimmen, reicht es demnach, die Einträge des Links in der Link-Pfad Inzidenzmatrix mit dem Fluss des korrespondierenden Basis-Links zu multiplizieren und die Summe davon zu berechnen. Das folgende Beispiel demonstriert diesen Prozess.

Beispiel 2.1. Als Ausgangsnetzwerk diene das einfache Netzwerk in Abbildung 1. Knoten 1 ist eine Quelle, während Knoten 4 eine Senke darstellt. Bei den Knoten 2 und 3 handelt es sich um Kreuzungen.

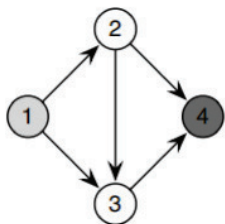


Abb 1: Einfaches Netzwerk

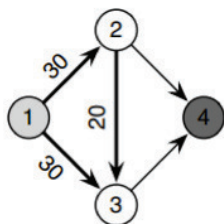


Abb. 2: Basis-Links und gemessener Fluss

Die folgende Tabelle zeigt die Link-Pfad Inzidenzmatrix des Netzwerks:

Pfad / Link	1-2	1-3	2-3	2-4	3-4
1-2-4	1	0	0	1	0
1-2-3-4	1	0	1	0	1
1-3-4	0	1	0	0	1

Tab. 1: Link-Pfad Inzidenzmatrix des Netzwerks in Abbildung 1

Wie oben erklärt lässt sich mit dem Algorithmus von Gauß die RZSF dieser Matrix berechnen. Das Ergebnis ist:

Pfad / Link	1-2	1-3	2-3	2-4	3-4
1-2-4	1	0	0	1	0
1-2-3-4	0	1	0	0	1
1-3-4	0	0	1	-1	1

Tab. 2: RZSF der Link-Pfad Inzidenzmatrix in Tabelle 1

Die Basis-Spalten sind $(1,0,0)$, $(0,1,0)$ und $(0,0,1)$ und somit die Basis-Links 1-2, 1-3 und 2-3. Das bedeutet, dass diese Links mit Sensoren ausgestattet werden müssen. Es sei nun angenommen, dass diese Sensoren Flüsse in Höhe von 30, 30 bzw. 20 messen (siehe Abbildung 2). Diese Information genügt, um die Flüsse auf den verbleibenden Links zu ermitteln. Der Spaltenvektor von Link 2-4 in der Pfad-Link Inzidenzmatrix ist $(1,0,-1)$. Daher lautet die Linearkombination für den Fluss von Link 2-4 $1 \cdot 30 + 0 \cdot 30 + (-1) \cdot 20 = 10$. Analog lässt sich der Fluss von Link 3-4 als $0 \cdot 30 + 1 \cdot 30 + 1 \cdot 20 = 50$ berechnen.

Zusammenfassend liefern folgende Schritte eine Lösung für das NSLP:

Algorithmus 2.2. (Lösungsalgorithmus nach Hu/Peeta/Chu (2009))

Schritt 1: Finde alle Pfade im Netzwerk, identifiziere deren Links und konstruiere darauf basierend die Link-Pfad Inzidenzmatrix.

Schritt 2: Transformiere diese Matrix in RZSF.

Schritt 3: Identifiziere die Basis-Links in der RZSF. Die Menge dieser Basis-Links bildet die minimale Menge von Links, die mit Sensoren ausgestattet werden müssen, um die Flüsse überall im Netzwerk zu kennen.

Schritt 4: Messe anhand der Sensoren den Fluss auf diesen Basis-Links.

Schritt 5: Um den Fluss eines beliebigen Links zu erhalten, multipliziere die Einträge des Links in der Link-Pfad Inzidenzmatrix mit dem Fluss des korrespondierenden Basis-Links und berechne die Summe davon.

In der vorliegenden Form kann der Algorithmus nur für kleine Netzwerke angewandt werden. Denn die folgende numerische Analyse macht deutlich, dass ein gewöhnliches Straßennetzwerk eine große Anzahl an Pfaden und Links enthält. Dies erschwert die Ausführung der einzelnen Schritte des Algorithmus und fordert die Implementierung in eine Programmiersprache. Für die nachfolgenden Berechnungen in dieser Arbeit wurde ein Skript in der Sprache Python entwickelt, das die Schritte des Algorithmus durchführt. Als Eingabe verlangt es eine Beschreibung des Netzwerks, woraufhin es die Basis-Links ausgibt. Da die einzelnen Schritte durch elementare Funktionen programmiert werden können, sei auf weiterführende Details verzichtet.

2.1. Beispiele und numerische Analyse

Da die Arbeit von Hu/Peeta/Chu (2009) in einem sehr allgemeinen Rahmen gehalten wurde, wird darin die Leistung des Algorithmus an fünf allgemeinen Netzwerken, die in der Realität kaum auftreten, getestet. Deshalb ist das Ziel dieses Abschnitts die Ausweitung der Analyse auf typische Beispiele von Straßenverkehrsnetzwerken. Alle Berechnungen wurden mit dem erwähnten Python-Skript durchgeführt. Dabei wurde Python 2.5.1 auf einer Intel Core 2 Duo 2.16 GHz Mac OS X 10.5.8 Plattform mit 2.5 GB Arbeitsspeicher benutzt.

Zu Beginn soll die Leistung des Algorithmus hinsichtlich Straßenkreuzungen geklärt werden. Das links abgebildete Netzwerk stellt eine einzelne Kreuzung dar.

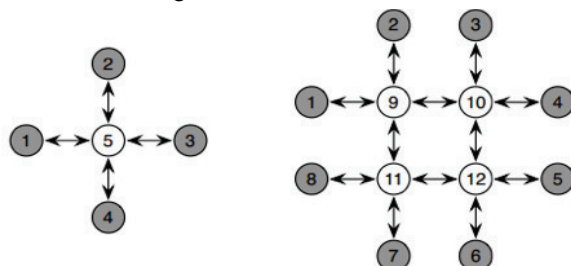


Abb. 3: Zwei quadratische Netzwerke mit Kreuzungen

Die Knoten 1, 2, 3 und 4 sind Quellen und Senken, das heißt ein Pfad kann in diesen Knoten beginnen und enden. Um Trivialitäten auszuschließen, werden Pfade, die im selben Knoten beginnen und enden, ignoriert. Bereits dieses einfache Netzwerk besitzt zwölf Pfade und acht Links, wovon laut Algorithmus sieben mit Sensoren ausgestattet werden müssten. Das Hinzufügen von drei weiteren Kreuzungen führt zum rechts abgebildeten Netzwerk. Hier kann das Netzwerk über die Knoten 1 bis 8 betreten und verlassen werden, während die Knoten 9 bis 12 als Kreuzungen dienen. Es besitzt 104 Pfade und 24 Links. Nun erzielt der Algorithmus ein besseres Resultat als zuvor: Der Fluss von 20 der 24 Links müsste gemessen werden, was im Vergleich zum vorigen Beispiel einer Verbesserung von 87.5% auf 83.3% gleichkommt. Diese Ergebnisse motivieren, weitere quadratische Netzwerke durch schrittweises Hinzufügen von Kreuzungen zu erstellen. Die folgende Tabelle fasst die diesbezüglichen Resultate des Algorithmus zusammen.

Kreuzungen	Quellen und Senken	Links	Pfade	Basis-Links	% der zu überwachenden Links	Rechenzeit (Sekunden)
1	4	8	12	7	87,50	0,002
4	8	24	104	20	83,33	0,014
9	12	48	1.459	49	81,25	1,959
16	16	80	3.200	64	80,00	83,844
25	20	146	1.188.948	N/A	N/A	N/A

Tab.3: Ergebnisse des Algorithmus für verschiedene Netzwerke

Das Verhältnis der zu überwachenden Links nimmt mit wachsender Anzahl der Kreuzungen schrittweise ab, was darauf hindeutet, dass der Algorithmus für Netzwerke mit vielen Kreuzungen bessere Resultate liefert. Dem gegenüber steht das extreme Wachstum der Menge der Pfade. Das Netzwerk mit 25 Kreuzungen besitzt bereits mehr als eine Million Pfade. Während der Berechnungen wurde deutlich, dass der gewählte Computer nicht in der Lage war, die RZSF einer $1.188.948 \times 146$ Matrix zu berechnen.

Ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet sind Autobahnnetzwerke. Im Gegensatz zu den oben beschriebenen urbanen Straßennetzwerken spielen hier Kreuzungen eine untergeordnete Rolle. Ein Autobahnnetzwerk besitzt hauptsächlich Auf- und Abfahrten, sodass folglich Quellen und Senken überwiegen. Selbst Kreuzungen besitzen üblicherweise Möglichkeiten das Netzwerk zu verlassen, was durch einen Blick auf eine Karte der österreichischen Autobahnen untermauert wird. Bei der Modellierung von Autobahnnetzwerken muss diese topologische

Besonderheit beachtet werden. Das folgende Diagramm liefert ein Beispiel für ein fiktives Autobahnnetzwerk, welches acht Städte miteinander verbindet.

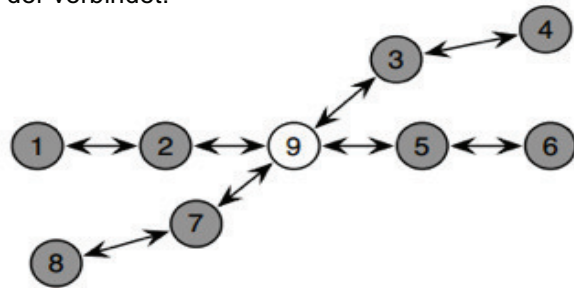


Abbildung 4: Fiktives Autobahnnetzwerk

Das abgebildete Autobahnnetzwerk besteht aus zwei Autobahnen, die sich in Knoten 9 kreuzen. Die einzelnen Richtungsfahrbahnen beginnen und enden jeweils in den Städten 1, 4, 6 und 8. Auf- und Abfahrten in den Städten 2, 7, 3 und 5 ermöglichen das Betreten und Verlassen des Netzwerks. Die Ergebnisse des präsentierten Algorithmus sind enttäuschend: Es müssen 15

der 16 Straßenabschnitte mit Sensoren ausgestattet werden. Da es, wie bereits erwähnt, in der Realität kaum reine Kreuzungen in Autobahnnetzwerken gibt, wäre auch Knoten 9 üblicherweise eine Quelle und Senke.

In diesem Fall müsste der Fluss auf allen Links gemessen werden. Von einem intuitiven Standpunkt aus betrachtet sind diese Ergebnisse nicht überraschend. Wenn sich der Fluss in jedem Knoten ändern kann, muss offensichtlich jeder Link zwischen diesen Knoten beobachtet werden. Daher ist eine weiterführende Analyse über die Leistung des Algorithmus in Bezug auf Autobahnnetzwerke nicht notwendig.

2.2. Vorteile und Nachteile

Der bedeutendste Vorteil des präsentierten Algorithmus liegt in der Genauigkeit der Resultate. Während andere existierende Modelle nur eine Schätzung des Verkehrsflusses liefern, garantiert die Lösung von Hu/Peeta/Chu (2009) hundert-prozentige Exaktheit. Darüber hinaus ist die Einfachheit des Algorithmus positiv hervorzuheben. Er benötigt außer einer formalen Beschreibung beispielsweise Annahmen über Verkehrsverhalten oder historische Daten.

Die numerische Analyse zeigt die wesentlichen Nachteile des Modells. Die perfekte Genauigkeit erfordert eine hohe Anzahl von Sensoren. Bei

den untersuchten Netzwerken müssten jeweils mindestens 80% aller Straßenabschnitte überwacht werden. Für eine Großstadt wie Wien mit fast 7.000 Straßen würde dies bedeuten, dass der Verkehrsfluss auf mehr als 5.600 Straßen gemessen werden müsste. Diese schlechten Ergebnisse resultieren aus der bereits erwähnten Einfachheit des Algorithmus. Durch die Einbeziehung leicht beschaffbarer Informationen wie etwa Schätzungen über das Abbiegeverhalten an gewissen Kreuzungen würde das Modell an Effizienz gewinnen.

Ein weiteres Hindernis für eine erfolgreiche Anwendung liegt in der zeitaufwändigen Berechnung. Die Daten in Tabelle 3 legen nahe, dass sich die Rechenzeit bei jeder hinzugefügten Kreuzung ungefähr verdoppelt. Für ein Netzwerk mit 60 Kreuzungen würde die Rechenzeit folglich 2^{60} betragen, was bereits das Alter des Universums überschreiten würde. Diese zugegebenermaßen sehr grobe Schätzung unterstützt die Behauptung, dass der Algorithmus nur schwer für große Netzwerke angewandt werden kann. Erschwerend kommt hinzu, dass diese Zeiten nur für das Finden der Pfade anfallen. Da die Link-Pfad Inzidenzmatrix durch das Hinzufügen von Kreuzungen ebenfalls exponentiell anwächst, stellt die Berechnung der RZSF ein weiteres Hindernis dar.

Erneut ist die Einfachheit des Algorithmus der Grund für dieses Problem. Dadurch dass keine Annahmen über das Fahrverhalten getroffen werden, muss jeder erdenkliche Weg zwischen Start- und Zielpunkten im Netzwerk gefunden und zur Link-Pfad Inzidenzmatrix hinzugefügt werden. Wie in der numerischen Analyse gezeigt wurde, können die resultierenden riesigen Matrizen kaum bewältigt werden. Außerdem werden Kosten außer Acht gelassen. Dies führt zu verzerrten Ergebnissen, wenn das Ziel darin liegt, die Gesamtkosten der Verkehrsmessung zu minimieren. Schließlich kann in der Realität nicht jeder Straßenabschnitt zu denselben Kosten mit Sensoren ausgestattet werden. Die letzten beiden Nachteile werden auch in der Arbeit von Hu/Peeta/Chu (2009) kurz erwähnt.² Sie schlagen vor, die Menge der Pfade zu reduzieren und Kostenfaktoren in das Modell einzubeziehen. Der nächste Abschnitt ist der Lösung dieser Aufgabe gewidmet.

3. Erweiterung des bestehenden Algorithmus

In diesem Abschnitt werden die aufgedeckten Nachteile und Einschränkungen des Algorithmus in Angriff genommen. Zuerst werden Kosten in das Modell einbezogen und ein Algorithmus für die kostenminimale Lösung des NSLP

entwickelt. Das Problem der riesigen Pfad-Link Inzidenzmatrix wird beseitigt und Schätzungen über das Abbiegeverhalten an Kreuzungen werden berücksichtigt. Schlussendlich wird darauf aufbauend ein erweiterter Algorithmus entwickelt.

3.1. Berücksichtigung von Kosten

Wie bereits erwähnt besitzt ein Netzwerk keine eindeutige Basis. Um die kostenminimale Basis zu finden, könnte man folglich für jede einzelne Basis die benötigten Gesamtkosten für die Messung berechnen und sie untereinander vergleichen. Es stellt sich heraus, dass diese Methode nicht zielführend ist, da die Menge der Basen eines Netzwerks kaum überschaubar ist. Beispielsweise besteht das Netzwerk mit 16 Kreuzungen aus dem vorigen Abschnitt aus 80 Links, während die Basis 64 Links besitzt. Eine einfache kombinatorische Schlussfolgerung liefert, dass es $\binom{80}{64}$ Möglichkeiten gibt, eine 64-elementige Teilmenge aus einer Menge mit 80 Links auszuwählen. Diese Anzahl beträgt $2,7 \cdot 10^{16}$, was die praktische Unmöglichkeit dieser Methode untermauert.

Der folgende Algorithmus präsentiert einen effizienteren Ansatz. Dabei wird zuerst der Link mit minimalen Kosten zur Basis hinzugefügt. Diese wird schrittweise ergänzt durch den Link, der die nächst-niedrigen Kosten aufweist und zu den bisherigen Basis-Links linear unabhängig ist. Eine Menge von Links wird linear unabhängig genannt, wenn die dazugehörigen Spalten in der Link-Pfad Inzidenzmatrix linear unabhängig sind.

Algorithmus 3.1. (kostenminimale Basis)

Schritt 1: Löse das NSLP mit Algorithmus 2.2. A stehe für die daraus resultierende Menge der Basis-Links.

Schritt 2: Sortiere die Links des Netzwerks nach aufsteigenden Kosten. Die sortierte Link-Liste sei mit L bezeichnet.

Schritt 3: Definiere die Menge B , die aus dem ersten Element von L besteht. Streiche dieses Element aus L .

Schritt 4: Das Element mit den nächst-niedrigen Kosten befindet sich nun an der ersten Stelle von L . Dieser Link sei mit b bezeichnet.

Schritt 5: Erstelle die Link-Pfad Inzidenzmatrix, wobei als Links die Menge $B \cup \{b\}$ verwendet wird. Überprüfe, ob die Links in dieser Link-Liste linear unabhängig sind.

Schritt 6: Falls dies zutrifft, füge b zu B hinzu und streiche es aus L . Gehe zu Schritt 4, bis $|B| = |A|$ gilt.

Es ist offensichtlich, dass dieser Algorithmus im Vergleich zur ursprünglichen Basis eine Basis mit niedrigeren Kosten erstellt. Allerdings ist nicht klar, ob es sich dabei um die kostenminimale Basis handelt. Diese Behauptung ist Gegenstand des folgenden Lemmas.

Lemma 3.2. *Sei $G(V, A, c)$ ein gewichtetes Netzwerk. Algorithmus 3.1 generiert die kostenminimale Basis für das Netzwerk.*

Beweis. Nach Konstruktion sind alle Elemente von B linear unabhängig und $|B| = |A|$. Deshalb ist B eine Basis des Netzwerks. Es bleibt zu zeigen, dass es die kostenminimale Basis ist.

Sei dazu D eine beliebige Basis des Netzwerks. Die Elemente von B seien als b_1, \dots, b_n bezeichnet, wobei ohne Beschränkung der Allgemeinheit $c(b_1) \leq \dots \leq c(b_n)$ gelte. Hier steht $c: V \rightarrow \mathbb{R}^+$ für die Kostenfunktion der Links. Analog bezeichnen d_1, \dots, d_n die nach aufsteigenden Kosten sortierten Elemente von D . Da D eine Basis ist, gibt es $\lambda_i \in \mathbb{R}$, sodass $F(b_1) = \sum_{i=1}^n \lambda_i F(d_i)$. Es gilt $F(b_1) \neq 0$, da b_1 in der Basis B ist. Somit gibt es mindestens ein $i \in \{1, \dots, n\}$ mit $\lambda_i \neq 0$. Für ein derartiges i sei $D^{(1)}$ definiert als die Menge, die durch Austausch von d_i durch b_1 in D resultiert. Aus dem Basisaustauschsatz folgt, dass $D^{(1)}$ eine Basis ist. Nach Konstruktion ist b_1 ein Link mit minimalen Kosten. Daraus folgt $c(D^{(1)}) \leq c(D)$.

Man kann nun schrittweise Links auf diese Weise austauschen. Sei $D^{(j-1)}$ die Basis, die durch Austausch mit den ersten $j-1$ Elementen von B entsteht. Dann gilt $F(b_1) = \lambda_1 F(b_1) + \dots + \lambda_1 F(b_{j-1}) + \sum_{d_i \in D^{(j-1)} \setminus \{b_1, \dots, b_{j-1}\}} \lambda_i F(d_i)$. Da $\{b_1, \dots, b_{j-1}\}$ linear unabhängig sind, gilt $\lambda_1 = 0, \dots, \lambda_{j-1} = 0$. Nach derselben Argumentation wie oben gibt es ein $i \in \{1, \dots, n\}$ mit $\lambda_i \neq 0$. $D^{(j)}$ bezeichne die Menge, die durch Austausch von d_i in $D^{(j-1)}$ mit b_j entsteht. Laut Basisaustauschsatz ist dies eine Basis. Weiters ist b_j ein Link mit minimalen Kosten in der Menge derjenigen Links, die linear unabhängig mit $\{b_1, \dots, b_{j-1}\}$ sind. Daher liefert der Austausch $c(D^{(j)}) \leq c(D^{(j-1)})$. Induktion garantiert $c(D^{(n)}) \leq c(D^{(1)}) \leq c(D)$. Offensichtlich gilt $D^{(n)} = B$ und folglich $c(B) \leq c(D)$, was beweist, dass B die kostenminimale Basis ist. *q.e.d.*

Der große Nachteil von Algorithmus 3.1 liegt in Schritt 5. Es existieren zwar sehr viele Methoden, um zu überprüfen, ob eine Menge linear unabhängig ist. Allerdings sind alle sehr zeitaufwändig und dadurch, dass sie in einer Schleife mehrmals ausgeführt werden, verschlechtert sich die Laufzeit immens. Beispielsweise wird mit einem Python-Script für das Finden der kos-

tenminimalen Basis im Netzwerk mit 16 Kreuzungen aus dem vorigen Abschnitt mehr als eine Stunde benötigt. Im Vergleich zur ursprünglichen Zeit von 84 Sekunden stellt diese eine drastische Verschlechterung dar. Glücklicherweise existiert ein Zusammenhang zwischen Algorithmus 3.1 und der RZSF einer Link-Pfad Inzidenzmatrix mit sortierter Link-Liste:

Satz 3.3. *Sei $G(V, A, c)$ ein gewichtetes Netzwerk, L die nach aufsteigenden Kosten sortierte Link-Liste und R die RZSF der Link-Pfad Inzidenzmatrix bezüglich der sortierten Link-Liste L . Dann bilden die Links, die zu den Basis-Spalten von R gehören, die kostenminimale Basis.*

Beweis. Die Hauptaussage der Arbeit von Hu/Peeta/Chu (2009) garantiert, dass die Menge der Links, die zu den Basis-Spalten von R gehören, eine Basis bilden.³ Diese Menge sei mit X bezeichnet. Aus Lemma 3.2 folgt, dass Algorithmus 3.1 eine kostenminimale Basis Y generiert. Die Mengen X und Y seien nach aufsteigenden Kosten sortiert. Die Kosten des ersten Elements von Y stimmen mit den Kosten des ersten Elements von X überein, da die erste Spalte einer RZSF immer eine Basis-Spalte ist. Algorithmus 3.2 fügt schrittweise den kostenminimalen Link, der linear unabhängig zu den Links in der bereits entstandenen Teilmenge der Basis ist, zur Basis hinzu. Analog dazu ist eine Basis-Spalte einer RZSF linear unabhängig mit der Menge der Basis-Spalten, die in der Matrix weiter links stehen. Da die Link-Liste L nach aufsteigenden Kosten sortiert ist, folgt induktiv, dass die Elemente von X und Y dieselben Kosten aufweisen. *q.e.d.*

Der Satz besagt, dass bereits eine geringe Modifikation der Inputs von Algorithmus 2.2 zu einer kostenminimalen Basis führt. Es müssen lediglich die Spalten der Link-Pfad Inzidenzmatrix nach aufsteigenden Kosten der entsprechenden Links angeordnet werden. Die restliche Prozedur bleibt wie gewohnt.

3.2. Annahmen über das Verhalten der Verkehrsteilnehmer

Wie im vorigen Abschnitt erklärt lässt Algorithmus 2.2 Annahmen über das Verhalten der Verkehrsteilnehmer außer Acht. In der Realität bewegen sich Verkehrsobjekte jedoch nicht wahllos im Straßennetzwerk. Eine vernünftige Annahme wäre, dass der kürzeste Weg zwischen Start und Ziel gewählt wird. Offensichtlich gibt es jedoch Abweichungen von dieser starken Vereinfachung. Beispielsweise hat eine Analyse von 2425 Motorradfahrern in London ergeben, dass nur in 51% der Fälle die kürzeste Route gewählt wurde.⁴ Zusätzlich wurde gezeigt, dass

kein realisierter Weg länger als die doppelte Strecke der kürzesten Route war. Daher könnten alle Pfade, die diese Länge überschreiten, vernachlässigt werden. Dies hätte eine deutliche Verkleinerung der Link-Pfad Inzidenzmatrix zur Folge. Für den Rest dieser Arbeit wird vereinfachend angenommen, dass Verkehrsteilnehmer den kürzesten Weg wählen.

Ein weitverbreiteter Algorithmus, mit dem der kürzeste Pfad in einem Netzwerk gefunden werden kann, ist der *Algorithmus von Dijkstra*. Da dieser in vielen einführenden Lehrbüchern über Operations Research (z.B. Cormen et al. (2001), Sniedovich (2010)) gründlich behandelt wird, sei der interessierte Leser dorthin verwiesen.

3.3. Berücksichtigung von Turning Proportions

Das Konzept der Turning Proportions beinhaltet Angaben darüber, wie sich der Verkehrsfluss an einer Kreuzung aufteilt. Algorithmus 2.2 berücksichtigt keine Informationen über diese Verteilung. Diese Vereinfachung der Realität ist nicht notwendig, da statistische Methoden entwickelt wurden, um eine Schätzung der Turning Proportions zu ermöglichen (z.B. Davis/Lan (1995), Davis/Lan (1998), Nobe (2002)).

Sei nun $G(V, E)$ ein Netzwerk, $g \in V$, m die Anzahl der eingehenden und n die Anzahl der ausgehenden Links der Kreuzung g . Die eingehenden Links werden mit a_1, \dots, a_m bezeichnet und die ausgehenden mit a_{m+1}, \dots, a_{m+n} . Im Rahmen dieser Arbeit seien Turning Proportions wie folgt definiert: Die *Turning Proportion* der Kreuzung g , bezeichnet mit $tp(a_i, a_j)$ für $1 \leq i \leq m$ und $m+1 \leq j \leq m+n$ ist der Anteil des Flusses, der von Link a_i kommt und in a_j abbiegt.

In dieser Definition wird implizit angenommen, dass die Turning Proportions deterministisch sind, das heißt, dass sie in jeder Beobachtung gleich sind. Empirische Studien legen jedoch nahe, dass Turning Proportions normalverteilt sind.⁵ Alle nachfolgenden Aussagen können modifiziert werden, um auch für normalverteilte Turning Proportions zu gelten. Dies würde jedoch die Hauptaussagen in mathematischen Details verstecken.

Weiters sei die $m \times n$ Matrix mit Eintrag $tp(a_i, a_{m+j})$ an Position (i, j) die *Turning Proportions Matrix* genannt. Zur vereinfachten Darstellung wird angenommen, dass diese Matrix vollen Rang hat. Wie oben ist auch diese Annahme nicht zwingend notwendig. Das folgende Lemma zeigt, dass dieses Konzept geeignet ist, die Lösung des NSLP zu verbessern.

Lemma 3.5. Sei $G(V, E)$ ein Netzwerk, $g \in V$ und m die Anzahl der eingehenden Links von g und n die Anzahl der ausgehenden Links. Dann kann der Fluss aller $m+n$ Links ermittelt werden, wenn der Fluss von m beliebigen Links bekannt ist.

Beweis. Für $1 \leq i \leq m$ bezeichne $F(a_i)$ den Fluss der eingehenden Links und für $m+1 \leq i \leq m+n$ den Fluss der ausgehenden Links. Aus der Definition der Turning Proportions folgt

$$F(a_j) = \sum_{i=1}^m tp(a_i, a_j) F(a_i)$$

für $m+1 \leq j \leq m+n$. Dabei handelt es sich um ein System von n linearen Gleichungen mit $m+n$ unbekanntem Variablen und kann geschrieben werden als

$$\begin{pmatrix} tp(a_1, a_{m+1}) & \dots & tp(a_m, a_{m+1}) & -1 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & & \vdots & 0 & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & \vdots & \ddots & -1 & 0 \\ tp(a_1, a_{m+n}) & \dots & tp(a_m, a_{m+n}) & 0 & \dots & 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} F(a_1) \\ \vdots \\ F(a_{m+n}) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix}$$

Der linke Teil der Koeffizientenmatrix ist die Transponierte der Turning Proportions Matrix, welche vollen Rang hat. Durch das Anhängen der negativen Einheitsmatrix wird die Eigenschaft des vollen Ranges nicht verletzt. Daher hat die Koeffizientenmatrix Rang n , was bedeutet, dass genau m der $m+n$ Variablen $F(a_i)$ ($1 \leq i \leq m+n$) bekannt sein müssen, um das Gleichungssystem zu lösen.

Nun stellt sich die Frage, wie diese Verbesserung mit dem Basis-Link Modell verbunden werden kann. Eine mögliche Antwort gibt der folgende Satz.

Satz 3.6. Sei $G(V, E)$ ein Netzwerk, $B = \{b_1, \dots, b_N\}$ eine Menge von Links in $G(V, E)$, deren Fluss bekannt ist. Die Menge B sei so angeordnet, dass die eingehenden Links von g in B $b_1, \dots, b_{m'}$, die eingehenden Links von g in B $b_{m'+1}, \dots, b_{m'+n'}$, und die restlichen Links in B $b_{m'+n'+1}, \dots, b_N$ sind. Dabei sei g eine Kreuzung, deren Turning Proportions bekannt sind, sodass der Fluss jedes eingehenden Links von g a_i ($1 \leq i \leq m$) als $F(a_i) = \sum_{k=1}^N R_{k,i} F(b_k)$ geschrieben werden kann, wobei R eine $N \times m$ Matrix ist. Außerdem sei eine $n' \times n'$ Matrix A definiert durch

$$A_{i,h} := -I(n')_{i,h} + \sum_{j=1}^{m-m'} tp(a_{m'+j}, b_{m'+1}) R_{(m'+h),(m'+j)}$$

für $1 \leq i \leq n'$ und $1 \leq h \leq n'$,

ein Vektor v mit Länge n' durch

$$v_i := - \sum_{k=1}^{m'} \left(tp(b_k, b_{m'+1}) + \sum_{j=m'+1}^m tp(a_j, b_{m'+1}) R_{k,j} \right) F(b_k) - \sum_{k=m'+n'+1}^N \left(\sum_{j=m'+1}^m tp(a_j, b_{m'+1}) R_{k,j} \right) F(b_k)$$

für $1 \leq i \leq n'$, und eine $N \times m$ Matrix A_i durch Vertauschen der i -ten Spalte von A mit v .

Dann gilt: Falls $\det(A) \neq 0$, so ist der Fluss der n' ausgehenden Basis-Links gegeben durch

$$F(b_{m'+i}) = \frac{\det(A_i)}{\det(A)}$$

für $1 \leq i \leq n'$.

Beweis. Ohne Beschränkung der Allgemeinheit sei $a_1 = b_1, \dots, a_{m'} = b_{m'}$ angenommen. Nach Voraussetzung gilt $F(a_i) = \sum_{k=1}^N R_{k,i} F(b_k)$ für alle $1 \leq i \leq m+n$. Außerdem folgt nach Definition der Turning Proportions $F(b_{m'+i}) = \sum_{j=1}^m tp(a_j, b_{m'+i}) F(a_j)$ für alle $1 \leq i \leq n'$. Die Kombination dieser beiden Gleichungen für ein fixes i mit $1 \leq i \leq n'$ liefert

$$F(b_{m'+i}) = \sum_{j=1}^m tp(a_j, b_{m'+i}) F(a_j) = \sum_{j=1}^{m'} tp(a_j, b_{m'+i}) F(a_j) + \sum_{j=m'+1}^m tp(a_j, b_{m'+i}) F(a_j) = \sum_{j=1}^{m'} tp(b_j, b_{m'+i}) F(b_j) + \sum_{j=m'+1}^m tp(a_j, b_{m'+i}) \left(\sum_{k=1}^N R_{k,j} F(b_k) \right)$$

Durch elementare Umformungen erhält man

$$\begin{aligned} & \sum_{k=m'+1}^{m'+n'} \left(-I(n')_{i,(k-m')} + \sum tp(a_j, b_{m'+i}) R_{k,j} \right) F(b_k) \\ &= - \sum_{k=1}^{m'} \left(tp(b_k, b_{m'+i}) + \sum_{j=m'+1}^m tp(a_j, b_{m'+i}) R_{k,j} \right) F(b_k) \\ & - \sum_{k=m'+n'+1}^N \left(\sum_{j=m'+1}^m tp(a_j, b_{m'+i}) R_{k,j} \right) F(b_k) \end{aligned}$$

Diese Gleichung gilt für alle i mit $1 \leq i \leq n'$. Da die Flüsse von $b_1, b_2, \dots, b_{m'}$ bekannt sind, definieren die Gleichungen ein System von n' linearen Gleichungen mit n' unbekanntem Variablen. Die Matrix A und der Vektor v sind gerade so definiert, dass dieses Gleichungssystem folgendermaßen geschrieben werden kann:

$$A \cdot \begin{pmatrix} F(b_{m'+1}) \\ \vdots \\ F(b_{m'+n}) \end{pmatrix} = v$$

Die Behauptung folgt nun direkt aus der Cramerschen Regel. *q.e.d.*

Nun bezeichne B die Menge der Basis-Links des Netzwerks $G(V, E)$. Das heißt, dass der Fluss jedes eingehenden Links von g a_i ($1 \leq i \leq m$) als eine Linearkombination von $F(b_i)$ für $b_i \in B$ geschrieben werden kann. Es

sei R die Koeffizientenmatrix dieser Linearkombination. Sie hat Dimension $N \times m$. Deshalb erfüllen B und R die notwendigen Bedingungen des Satzes und somit kann der Fluss der n ausgehenden Basis-Links als Funktion der m eingehenden Basis-Links berechnet werden. Auf diese Weise können Sensoren eingespart werden.

Allerdings funktioniert diese Vorgehensweise nur für Kreuzungen mit der Eigenschaft, dass die m Flüsse der eingehenden Links a_i ($1 \leq i \leq m$) als $F(a_i) = \sum_{k=1}^N R_{k,i} F(b_k)$ geschrieben werden können. Eine derartige Kreuzung wird im Folgenden als *RZSF-Kreuzung* bezeichnet. Im ursprünglichen Basis-Link Netzwerk weist jede Kreuzung diese Eigenschaft auf. Wenn jedoch wie oben beschriebenen Basis-Links aus diesem Netzwerk eliminiert werden, ist deren Fluss als Funktion der eingehenden Basis-Links gegeben. Dabei handelt es sich im Allgemeinen nicht um eine lineare Funktion. Für angrenzende Kreuzungen sind diese ausgehenden Links eingehend. Daher erfüllen angrenzende Kreuzungen nicht mehr zwingend die oben geforderte Eigenschaft.

Eine weitere notwendige Bedingung von Satz 3.6 ist $\det(A) \neq 0$. Dies hat zur Folge, dass gewisse Ausprägungen der Turning Proportions Matrix A nicht erlaubt sind. Für den Rest dieser Arbeit wird vereinfachend angenommen, dass diese Eigenschaft für alle Kreuzungen gilt. Dies stellt keine große Einschränkung dar, da der nachfolgende Algorithmus leicht modifiziert werden könnte, um für den Fall $\det(A) = 0$ Gültigkeit zu bewahren. Dazu würden Kreuzungen mit $\det(A) = 0$ einfach ignoriert.

Ohne Satz 3.6 müsste jeder mit g verbundene Basis-Link mit Sensoren ausgestattet werden, was zu Kosten von $C_0 = \sum_{i \in I} c(i)$ führt, wobei I für die Menge der Basis-Links, die mit g verbunden sind, steht. Wenn nur die eingehenden Basis-Links beobachtet werden, reduzieren sich diese Kosten zu $C_1 = \sum_{i \in J} c(i)$. Hier bezeichnet J die Menge der eingehenden Basis-Links. Der Unterschied zwischen C_0 und C_1 sei als *Kostenreduktionspotential* bezeichnet und kann geschrieben werden als $CRP := \sum_{i \in I \setminus J} c(i)$. Klarerweise sollten nur die Turning Proportions jener Kreuzungen, deren Kostenreduktionspotential die Schätzkosten übertreffen, ermittelt werden.

3.4. Erweiterter Lösungsalgorithmus

Im Folgenden wird zusammengefasst, wie Algorithmus 2.2 verbessert werden kann, indem an die Erkenntnisse der vorherigen Abschnitte angeknüpft wird.

Algorithmus 3.7. (Erweiterter Lösungsalgorithmus)

Schritt 1: Finde den kürzesten Weg für jedes Quelle-Senke Paar.

Schritt 2: Sortiere die Liste der Links nach Kosten in aufsteigender Reihenfolge.

Schritt 3: Konstruiere darauf basierend die Link-Pfad Inzidenzmatrix und bringe sie in reduzierte Zeilenstufenform.

Schritt 4: Identifiziere die Basis-Links in der RZSF. Die Menge dieser Links bildet die kostenminimale Lösung des NSLP.

Schritt 5: Verbessere diese Lösung durch die Verwendung von Abbiegeverteilungen:

Schritt 5a: Generiere ein gewichtetes Netzwerk, welches nur aus den Basis-Links besteht.

Schritt 5b: Ermittle in diesem Netzwerk die RZSF-Kreuzung mit dem höchsten Kostenreduktionspotential.

Schritt 5c: Falls das Kostenreduktionspotential höher ist als die Kosten der Ermittlung der Abbiegeverteilungen, so ermittle diese Verteilungen. Andernfalls gehe zu Schritt 6.

Schritt 5d: Streiche die abgehenden Basis-Links dieser Kreuzung aus der Menge der Basis-Links und gehe zurück zu Schritt 5a.

Schritt 6: Ermittle den Fluss der Basis-Links.

Schritt 7: Berechne den Fluss der eliminierten Basis-Links mit der Formel aus Satz 3.6

Schritt 8: Der Fluss eines beliebigen Links im Netzwerk lässt sich nun berechnen, indem die Einträge seines Spaltenvektors in der RZSF mit den ermittelten bzw. in Schritt 7 berechneten Flüssen der dazugehörigen Basis-Links multipliziert werden und die Summe davon gebildet wird.

Dies ist ein heuristischer Algorithmus, der die exakte Lösung aus Schritt 4 schrittweise unter Verwendung der Greedy-Methode verbessert. Daher findet er nicht notwendigerweise die optimale Lösung. Wie jedoch in der folgenden numerischen Analyse demonstriert wird, produziert er ausgezeichnete Ergebnisse auf eine sehr zeitsparende Weise.

3.5. Implementierung des erweiterten Algorithmus

Ähnlich wie in Abschnitt 2.1 wurde ein Python-Skript erstellt, das Algorithmus 3.7 ausführt. Da der erweiterte Algorithmus Kosten und Distanzen berücksichtigt benötigt es zwei gewichtete Graphen als Input. Zuerst sucht das Programm mit dem Algorithmus von Dijkstra den kürzesten Pfad zwischen jedem Quelle-Senke Paar und

sortiert mit Pythons Sortierfunktion die Liste der Links nach ansteigenden Kosten. Anhand dieser Daten wird die Pfad-Link Inzidenzmatrix aufgestellt und mittels Gauß-Algorithmus in RZSF gebracht. In dieser RZSF werden die Basis-Links identifiziert. Dann wird eine leere Blacklist definiert und das Skript führt eine Schleife der folgenden Funktionen aus, bis keine RZSF-Kreuzung mit einem Kostenreduktionspotential, das die Kosten der Schätzung übersteigt, mehr vorhanden ist:

Schritt 1: Transformiere mittels Datenmanipulation die Menge der Basis-Links in ein gewichtetes Netzwerk

Schritt 2: Suche dieses Netzwerk nach RZSF-Kreuzungen ab, indem diejenigen Kreuzungen ignoriert werden, deren eingehende Links in der Blacklist sind.

Schritt 3: Eliminiere die ausgehenden Links dieser Kreuzung aus der Liste der Basis-Links und füge sie zur Blacklist hinzu.

Schließlich liefert das Programm eine Liste der Basis-Links und eine Liste der Links, deren Fluss über die Formel aus Theorem 3.6 bestimmt werden kann. Dazu gibt es die Gesamtkosten, die dieser Lösung entsprechen, an.

4. Analyse des erweiterten Algorithmus

4.1. Beispiele und numerische Analyse

Der Fokus dieses Abschnitts liegt in der Anwendung des erweiterten Algorithmus auf urbane Straßennetze. Dabei wird die Leistung anhand typischer Beispiele überprüft. Fünf derartige Beispielnetze wurden in Abschnitt 2.1 entwickelt. Da der erweiterte Algorithmus Kosten und Distanzen berücksichtigt, müssen die Beispielnetze mit Gewichtsfunktionen ausgestattet werden. Passend zur Netzwerktopologie wird jedem Link dieselbe Distanz von 1 zugewiesen. Die Kosten dagegen werden für jeden einzelnen Link zufällig generiert, wobei die Zufallszahlen gleichverteilt sind und Werte zwischen 1 und 9 annehmen. Die Kosten zur Ermittlung der Abbiegeverteilungen werden null gesetzt, da die Kosten einer einmaligen Schätzung vernachlässigbar klein sind. Auf diese Weise erhält man eine große Anzahl verschiedener Netze. Für jede der fünf Beispielnetze werden 1000 verschiedene zufällige Kostenrealisationen generiert und das erwähnte Python-Skript darauf angewandt. Ausgeführt wurde es mit Python 2.5.1 auf einer Intel 2 Core Duo 2.16 GHz Mac OS X Plattform mit 2.5 GB Arbeitsspeicher. Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse anhand von Mittelwerten zusammen.

Kreuzungen	Links	Kosten der trivialen Lösung	Basis-Links	Kreuzungen mit Turn. Prop.	Kosten der NSLP-Lösung	% der zu überwachenden Links	% der Gesamtkosten	Rechenzeit (Sekunden)
1	8	43,675	3,628	1,000	16,892	45,08	38,34	0,00304
4	24	127,459	7,087	2,032	54,253	53,83	40,89	0,03424
9	48	251,569	11,009	4,145	96,730	45,71	36,64	0,28033
16	80	415,641	16,008	7,000	141,802	45,93	32,45	1,28818
25	120	621,504	22,591	10,515	183,311	41,59	28,26	3,38681

Tab. 4: Ergebnisse des erweiterten Algorithmus für verschiedene Netzwerke

Ähnlich wie beim ursprünglichen Algorithmus verringert sich mit ansteigender Anzahl an Kreuzungen der Anteil der Links, die mit Sensoren ausgestattet werden müssen. Allerdings liefert der erweiterte Algorithmus diesbezüglich drastische Verbesserungen: Während der Anteil der Basis-Links vorher zwischen 80% und 90% lag, werden nun Ergebnisse zwischen 40% und 50% erzielt. Bezüglich Gesamtkosten werden noch bessere Resultate erreicht. Beispielsweise betragen die Kosten der berechneten Lösung für das Netzwerk mit 25 Kreuzungen nur 28,26% der Kosten der trivialen Lösung. Eine weitere Verbesserung des erweiterten Algorithmus betrifft die benötigte Rechenzeit. Für das Netzwerk mit 16 Kreuzungen wird die Lösung in 1,3 Sekunden generiert. Der ursprüngliche Algorithmus benötigt für dieselbe Aufgabe 80 Sekunden. Der Grund für die gekürzte Rechenzeit liegt hauptsächlich in der Reduktion der Pfade.

Die Daten machen deutlich, dass von einer großen Anzahl an Kreuzungen die Abbiegeverteilungen ermittelt werden müssen, nämlich zwischen 40% und 50% aller Kreuzungen im Netzwerk. Dies weist darauf hin, dass das Konzept der Abbiegeverteilungen essentiell für die Lösung des erweiterten Algorithmus ist. Hier werden auch Größeneffekte klar: Mit wachsender Größe des Netzwerks nimmt der Anteil dieser Kreuzungen ab.

Nachdem gezeigt wurde, dass der erweiterte Algorithmus als Ganzes die Lösung des NSLP deutlich verbessert, soll nun untersucht werden, in welchem Ausmaß die verschiedenen Funktionen des Algorithmus (Kostenminimierung, Kürzester-Weg-Annahme und Abbiegeverteilungen) die Lösung beeinflussen. Dabei wird das Python-Skript auf 1000 zufällige Kostenrealisationen des Netzwerks mit 16 Kreuzungen angewandt. Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse dieser Vorgehensweise anhand von Mittelwerten.

Funktionen	% der Gesamtkosten
Ursprünglicher Algorithmus	80,00
+ Kürzester Weg	62,72
+ Kostenminimierung	51,36
+ Turning Proportions	32,27

Tab. 5: Einfluss der verschiedenen Funktionen auf die Lösung

Der ursprüngliche Algorithmus verringert die Kosten der trivialen Lösung um 20%. Die Reduktion der Pfade senkt die Kosten erneut um etwa 20%. Dies zeigt, dass die Reduktion der Pfade nicht nur die Laufzeit, sondern auch direkt die Lösung verbessert. Der Teil des erweiterten Algorithmus, der die Links nach ansteigenden Kosten sortiert, kann die Gesamtkosten um weitere 10% senken. Schließlich bringt das Konzept der Turning Proportions die Kosten auf 32%.

4.2. Anwendung auf ein reales Straßennetzwerk

Dieser Abschnitt demonstriert, wie der erweiterte Algorithmus auf ein reales Straßennetzwerk angewandt werden kann. Als Beispiel dient das Straßenverkehrsnetzwerk der Josefstadt, eines Wiener Bezirks. Dabei handelt es sich um ein dicht besiedeltes Gebiet mit relativ hohem Verkehrsaufkommen. Die Kompaktheit des Netzwerks erlaubt eine übersichtliche Darstellung. Indem die folgenden Schritte befolgt werden, kann der Algorithmus jedoch auch für jedes andere Straßennetzwerk eine Lösung des NSLP liefern.

Zuerst muss das Straßennetzwerk der Josefstadt in einem gewichteten Graph modelliert

werden. Dazu werden alle Straßen und Kreuzungen im Netzwerk in Abbildung 5 dargestellt. Während die weißen Knoten Kreuzungen darstellen, stehen die grauen Knoten für Quellen und Senken. Im Fall der Josefstadt werden Quellen und Senken durch Kreuzungen mit den angrenzenden Bezirken Innere Stadt, Neubau, Alsergrund und Ottakring gebildet. Dies beruht darauf, dass das Straßennetzwerk über diese Kreuzungen betreten und verlassen werden kann. Darüber hinaus wurden vier öffentliche Parkgaragen als Quellen und Senken zum Netzwerk hinzugefügt. Die Daten für dieses Netzwerk (Kreuzungen, Straßen, öffentliche Parkgaragen, Entfernungen) stammen von Google Maps.⁶ Da keine Informationen über die Kosten der Messung des Verkehrsflusses eines Straßenabschnitts verfügbar sind, wird angenommen, dass die Kosten für Straßen entlang der Routen öffentlicher Verkehrsmittel 1 betragen. Die Kosten für die Überwachung der restlichen Straßen werden 2 gesetzt. Motiviert ist diese Annahme dadurch, dass Straßen entlang der Routen öffentlicher Verkehrsmittel mit Anlagen, die in Echtzeit Informationen wie etwa die Wartezeit auf den nächsten Bus anzeigen, ausgestattet sind. Daher existiert dort bereits eine Infrastruktur für das Senden und Empfangen von Daten. Aus demselben Grund wie in Abschnitt 4.1 werden die Kosten für die Ermittlung der Abbiegeverteilungen 0 gesetzt.

Diese Angaben werden in das Python-Script eingegeben, woraufhin die Basis-Links berechnet werden. Das Ergebnis lautet, dass 29,31 Prozent aller Links mit Sensoren ausgestattet werden müssen. Die Turning Proportions von 9 aus 83 Kreuzungen müssen ermittelt werden. Dabei reduzieren sich die Kosten von 319 auf 83, was einer Verbesserung von fast 75% im Vergleich zur trivialen Lösung gleichkommt. Die Rechenzeit für diese Lösung betrug 6,67 Sekunden.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Diese Arbeit präsentiert ein bestehendes Modell, das eine Lösung für das NSLP ermöglicht. Aufbauend auf dessen Stärken und Schwächen wird ein erweiterter Algorithmus entwickelt, der Kosten, Annahmen über das Verhalten der Verkehrsteilnehmer und Turning Proportions berücksichtigt. Eine numerische Analyse zeigt, dass der erweiterte Algorithmus sehr gut auf Straßennetze anwendbar ist. Dies wird zusätzlich durch die Anwendung auf ein reales Verkehrssystem untermauert. Vorschläge für weitere Forschungsaufgaben beinhalten die Modellierung realistischerer Annahmen über das Verhalten der Verkehrsteilnehmer und die Einbeziehung von normalverteilten Turning Proportions. Darüber hinaus könnte die Entwicklung weiterer heuristischer Lösungsansätze bessere Ergebnisse liefern.

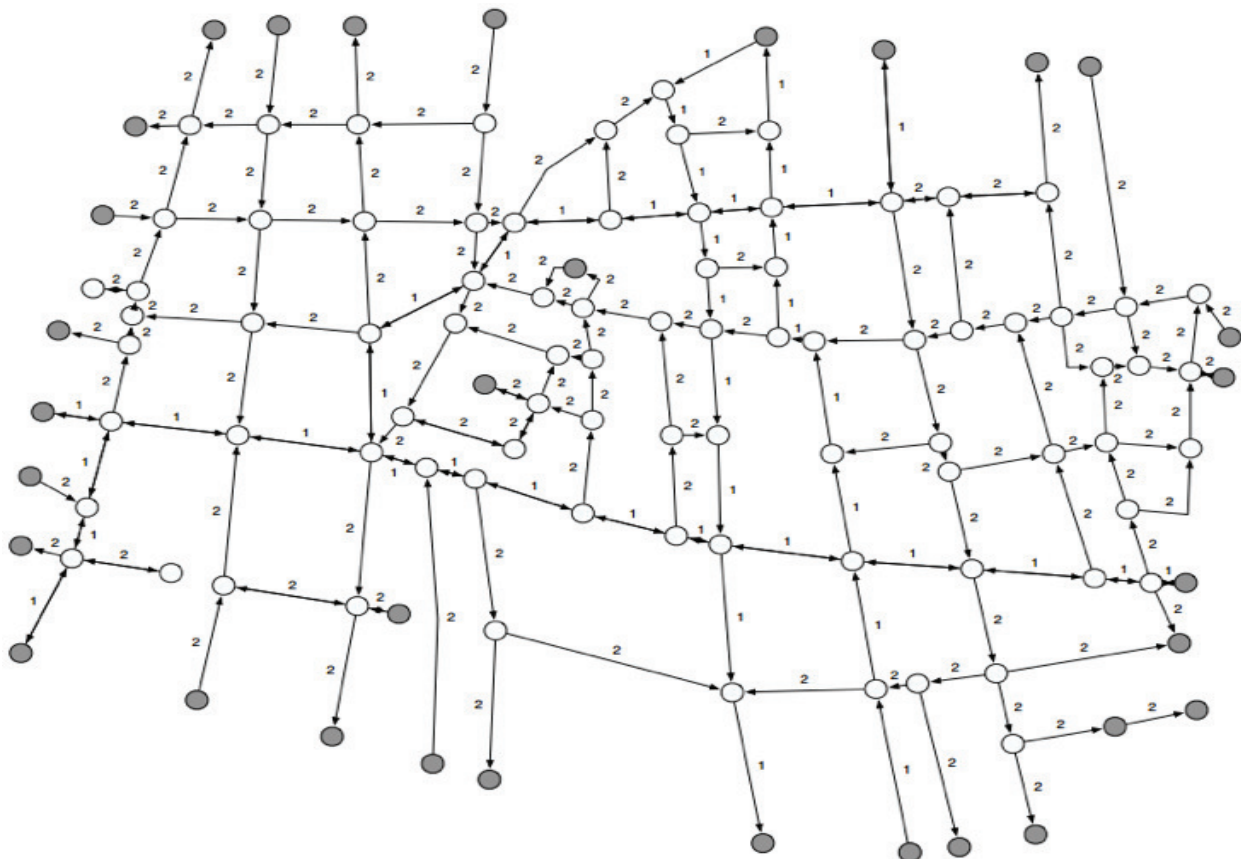


Abb. 5: Straßennetzwerk der Josefstadt mit Kosten für Messung mit Sensoren

Danksagung

Der Autor möchte seinen Betreuern Thomas Nowak und Tina Wakolbinger für wertvolle Verbesserungsvorschläge danken.

Literaturverzeichnis:

Bianco/Confessore/Reverbi (2001): Bianco, L./Confessore, G./Reverbi, P.: A Network Based Model for Traffic Sensor Location with Implications on O/D Matrix Estimates, in: Transportation Science, Nr. 35 (2001), S. 50–60

Bianco/Confessore/Reverbi (2001): Bianco, L./Confessore, G./Reverbi, P.: A Network Based Model for Traffic Sensor Location with Implications on O/D Matrix Estimates, in: Transportation Science, Nr. 35 (2001), S. 50–60

Cormen et al. (2001): Cormen, T. H./Leiserson, C. E./Rivest, R. L./Stein, C.: Introduction to Algorithms, 2. Aufl., Cambridge (MA) 2001

Dijkstra (1959): Dijkstra, E. W.: A note on two problems in connexion with graphs, in: Numerische Mathematik, Nr. 1 (1959), S. 269–271

Ehlert/Bell/Grosso (2005): Ehlert, A./Bell, M.G.H./Grosso, S.: The optimisation of traffic count locations in road networks, in: Transportation Research Part B, Nr. 40 (2006), S. 460–479

Eisenman et al. (2006): Eisenman, S.M./Fei, X./Mahmassani, H.S./Zhou, X.S.: Number and location of sensors for real-time network traffic estimation and prediction - sensitivity analysis, in: Network Modeling (2006), S. 253–259

Gan/Yang/Wong (2005): Gan, L./Yang, H./Wong, S.C.: Traffic counting location and error bound in origin-destination matrix estimation problems, in: Journal of Transportation Engineering, Nr. 131 (2005), S. 524–534

Gan/Yang/Yang (2005): Gan, L./Yang, C./Yang, H.: Models and algorithms for the screen line-based traffic-counting location problems, in: Computers and Operations Research, Nr. 33 (2006), S. 836–858

Google Maps (2012): Google Maps: Josefstadt, Vienna, Austria, in: <http://maps.google.com/maps?q=Josefstadt,+Vienna,+Austria> (16. Jänner 2012)

Hu/Peeta/Chu (2009): Hu, S.R./Peeta, S./Chu, C.H.: Identification of vehicle sensor locations for link-based network traffic applications, in: Transportation Research Part B, Nr. 43 (2009), S. 873–894

Lan/Davis (1995): Lan, C.J./Davis, G.A.: Estimating intersection turning movement proportions from less-than-complete sets of traffic counts, in: Transportation Research, Nr. 1510 (1995), S. 53–59

Lan/Davis (1999): Lan, C.J./Davis, G.A.: Real-time estimation of turning movement proportions from partial counts on urban networks, in: Transportation Research Part C, Nr. 7 (1999), S. 305–326

Nobe (2002): Nobe, S.: On-line estimation of traffic split parameters based on lane counts, Ph.D. Dissertation, Systems and Industrial Engineering, University of Arizona, 2002

Sniedovich (2010): Sniedovich, M.: Dynamic Programming: Foundations and Principles, Boca Raton 2010

Turner (2009): Turner, A.: The role of angularity in route choice: an analysis of motorcycle courier GPS traces, in: Stewart Hornsby, K./Claramunt, C./Denis, M./Ligozat, G., (Hrsg.) Spatial Information Theory, S. 489–504, Berlin 2009

Yang/Zhou (1998): Yang, H./Zhou, J.: Optimal traffic counting locations for origin-destination matrix estimation, in: Transportation Research Part B, Nr. 32 (2) (1998), S. 109–126

Quellenverzeichnis:

- 1 Kontakt: emanuelseitinger@gmail.com, Tel.: +436507391654
- 2 Vgl. Hu/Peeta/Chu (2009), S. 877
- 3 Vgl. Hu/Peeta/Chu (2009), S. 891
- 4 Vgl. Hu/Peeta/Chu (2009), S. 879
- 5 Vgl. Turner (2009), S. 498
- 6 Vgl. Lan/Davis (1999), S. 318
- 7 Vgl. Google Maps (2012), <http://maps.google.com>

Symbolerklärung

Symbol	Erklärung
\mathbb{R}^+	Menge der nichtnegativen reellen Zahlen
V	Menge von Knoten
E	Menge von Kanten
c	Gewichtsfunktion $c: V \rightarrow \mathbb{R}^+$
$c(A)$	Summe der Gewichte aller Elemente einer Menge A
$G(V, E)$	Netzwerk mit Knotenmenge V und Kantenmenge E
$G(V, E, c)$	gewichtetes Netzwerk
$v_i - v_j$	Gerichtete Kante von v_i nach v_j
$v_1 - v_2 - \dots - v_n$	Pfad, der in v_1 beginnt, v_2, \dots, v_{n-1} passiert und in v_n endet
$F(a)$	Fluss von Link a
$tp(a_i, a_j)$	Anteil des von Link a_i kommenden Flusses, der nach a_j abbiegt
$B \setminus A$	Menge der Elemente aus Menge B , die nicht in Menge A sind
$A_{i,j}$	Eintrag der Matrix A in der i -ten Zeile und j -ten Spalte
$I(n)$	n -dimensionale Einheitsmatrix
v_i	i -ter Eintrag des Vektors v
$\det(A)$	Determinante der Matrix A
m	Anzahl der Links, die in einer gegebenen Kreuzung enden
n	Anzahl der Links, die in einer gegebenen Kreuzung beginnen
m'	Anzahl der Basis-Links, die in einer gegebenen Kreuzung enden
n'	Anzahl der Basis-Links, die in einer gegebenen Kreuzung beginnen
N	Anzahl der Basis-Links in einem Netzwerk

Ein Beitrag zum SciNet Wissenschaftsforum 2012 an der WU Wien

Grundsätzliche Überlegungen zur Haftung der Vorstände von Eisenbahnunternehmen¹

Gabriel LANSKY, Roland FRANKL, Roland SALFENAUER

1. Die Leitung des Unternehmens – Sorgfaltsmaßstab von Vorständen und Geschäftsführern

Dem Vorstand obliegt gemäß § 70 Abs 1 AktG die eigenverantwortliche Leitung der Gesellschaft. Die dem Vorstand demgemäß obliegende Leitungsaufgabe umfasst² die Geschäftsführung im Innenverhältnis (= Geschäftsführung im engen Sinn) und die Vertretung nach außen.

Ein Vorstandsmitglied hat gemäß § 84 Abs 1 Satz 1 AktG dabei die Sorgfalt eines ordentlichen und gewissenhaften Geschäftsleiters anzuwenden. Dies gilt sowohl für die Geschäftsführung im Innenverhältnis als auch die Vertretung nach außen. Die Auslegung des Sorgfaltsmaßstabs erfolgt im Einzelfall aufgrund der Verhältnisse der Gesellschaft, deren Größe und Kapital, des Unternehmensgegenstandes und der wirtschaftlichen Lage. Ein Mangel an erforderlichen Fähigkeiten exkulpiert ein Vorstandsmitglied nicht. Die Bestimmung des § 84 AktG ist die unmittelbar anwendbare rechtliche Grundlage für in der körperschaftsrechtlichen und/oder schuldvertragsrechtlichen Beziehung gelegene Schadensersatzansprüche der Gesellschaft gegen ihre Vorstandsmitglieder.³

Die Gesellschaft hat einen Schaden dem Grunde und der Höhe nach, die Kausalität, die adäquate Verursachung und die inhaltliche Pflichtwidrigkeit oder die objektive Sorgfaltspflichtverletzung, nicht aber ein Verschulden zu behaupten und zu beweisen. Dem Verwaltungsorgan obliegt dagegen der Beweis, dass sein Verhalten subjektiv nicht sorgfaltswidrig war, also im Rahmen des relevanten Sorgfaltsmaßstabes gelegen ist. Soweit sich Organe auf ein auftragsgemäßes Handeln im Interesse der Eigentümer berufen, ist zu beachten, dass selbst formell zustande gekommene Beschlüsse der Hauptversammlung gemäß § 199 Abs 1 AktG nichtig sind, wenn sie durch ihren Inhalt Vorschriften verletzen, die im öffentlichen Interesse gelegen sind oder ihrem Inhalt nach gegen die guten Sitten verstoßen. Ob der Beschluss für die Gesellschaft nützlich ist, spielt keine Rolle. Die Haftung eines gesetzwidrig handelnden Vorstands gegenüber der Gesellschaft scheidet daher nicht schon aus, wenn die gesetzwidrige Handlung durch einen Beschluss der Hauptversammlung gedeckt ist. Noch weniger kann eine bloße informelle Zustimmung der Aktionäre die Haftung des Vorstands für gesetzwidrige Handlungen ausschließen.⁴

Für Tätigkeiten des Vorstands als Vertreter der Gesellschaft in Tochtergesellschaften gilt, dass eine Einflussnahme nur nach Maßgabe jener Sorgfaltspflichten zulässig ist, die kraft Gesetzes auch von den Leitungsorganen selbst einzuhalten sind. Grundlage dafür ist die besondere Sorgfaltspflicht bei der Verwaltung fremden Vermögens.⁵ Wenn die Gesellschaft den Schaden in der Tochtergesellschaft ausgleicht, kann vom Vorstand, der sich pflichtwidrig verhalten hat, gemäß § 1422 ABGB direkt Schadenersatz gefordert werden.⁶

In diesem Zusammenhang hat eine wirksame Ressortverteilung innerhalb des Vorstands wesentliche Rechtsfolgen im Bereich der Haftung der einzelnen Vorstandsmitglieder bei Sorgfaltsverletzungen.⁷ Unbeschadet der zwingend bestehenden Gesamtverantwortlichkeit des Vorstands ist das ressortzuständige Vorstandsmitglied alleinzuständig, und zwar in dem ihm zugewiesenen Bereich der Geschäftsführung. Liegt eine ressortmäßige Geschäftsverteilung vor, bedeutet dies also grundsätzlich, dass das jeweilige ressortzuständige Vorstandsmitglied in seinem Bereich autonom handelt und der Vorstand die Geschäfte nur hinsichtlich der übrigen nicht ressortgebundenen Agenden als Kollegialorgan führt. Im Rahmen seines Ressorts ist das Vorstandsmitglied daher bei der Geschäftsführung – abgesehen von der grundsätzlichen Gesamtverantwortlichkeit des Vorstandes, die sich im Wesentlichen für die anderen Mitglieder in Kontrollrechten und Kontrollpflichten mit Interventionsmöglichkeit erschöpft – alleinverantwortlich.⁸

Die Reichweite der Selbständigkeit des jeweiligen ressortzuständigen Vorstandsmitglieds in seinem Ressort hängt von der Formulierung und der Ausgestaltung der Ressortverteilung durch die diese konstituierenden Aufsichtsratsbeschlüsse bzw der Satzung der jeweiligen Aktiengesellschaft selbst ab.⁹ Allerdings wird den einzelnen Vorstandsmitgliedern bei der Organisation ihres jeweiligen Ressorts zugestanden, dass sie allein für die Einhaltung der Beschlüsse des Aufsichtsrats und des Vorstands, die ihr Ressort betreffen, verantwortlich sind. Daraus folgt, dass die gesellschaftsrechtlich relevanten Normen für die jeweiligen Vorstandsmitglieder ein Konzept verfolgen, das dem einzelnen Vorstandsmitglied in seinem Ressort einen großen Entscheidungsspielraum lässt und die anderen Vorstandsmitglieder in Bezug auf dieses Ressort auf deren gesetzliche

Kontrollrechte und Kontrollpflichten mit Interventionsmöglichkeit (im Sinne einer Überprüfung der Zweckmäßigkeit)¹⁰ beschränkt.

2. Haftung der Vorstandsmitglieder gegenüber der Gesellschaft

Das Aktienrecht sieht für den Fall einer Verletzung der den Vorstandsmitgliedern obliegenden organschaftlichen Pflichten grundsätzlich eine Haftung der Vorstandsmitglieder gegenüber der Gesellschaft vor. Für eine Außenhaftung gegenüber Dritten ist lediglich in wenigen Ausnahmefällen Platz¹¹.

Die zentrale aktienrechtliche Haftungsbestimmung bildet § 84 AktG, wonach jedes Vorstandsmitglied bei seiner Geschäftsführung die Sorgfalt eines ordentlichen und gewissenhaften Geschäftsleiters anzuwenden hat (zur Sorgfaltspflicht siehe oben). Die Bestimmung des § 84 AktG ist somit die relevante Rechtsgrundlage für Schadenersatzansprüche einer AG gegen ihre Vorstandsmitglieder. Die Anwendung dieser Bestimmung setzt jedoch nicht voraus, dass ein Anstellungsvertrag geschlossen wurde. Die Haftung aus § 84 AktG steht neben allgemeinen Schadenersatzansprüchen wie zB aus Vertrag oder Delikt. Ein Vorstandsmitglied, das gegen eine dem Schutz der Aktionäre dienende strafrechtliche Norm verstößt, kann sowohl der Gesellschaft aus § 84 AktG als auch aus der verletzten Strafrechtsbestimmung als Schutzgesetz gemäß § 1311 ABGB gegenüber Aktionären haften.

2.1. Schuldner des Anspruchs

Der Haftung als Vorstandsmitglied gemäß § 84 AktG unterliegt jeder, der wirksam als Vorstandsmitglied bestellt wurde. Dies trifft auch für stellvertretende Vorstandsmitglieder, gerichtlich bestellte Vorstandsmitglieder oder auf ein vom Aufsichtsrat für einen nur im Voraus begrenzten Zeitraum zur Vertretung von verhinderten Vorstandsmitgliedern bestelltes Aufsichtsratsmitglied zu.

Auch fehlerhaft bestellte Organmitglieder haften, wenn und solange sie das Amt mit Billigung des Aufsichtsrats ausüben.

Mehrere Vorstandsmitglieder haften grundsätzlich solidarisch für den entstandenen Schaden¹². Bei einer Aufteilung der Geschäftsfelder in einzelne Ressorts haftet in erster Linie das ressortzuständige Vorstandsmitglied. Die anderen Mitglieder haften, wenn sie ihren Informations-, Kontroll- und Interventionspflichten nicht nachkommen¹³. Ein überstimmtes Vorstandsmitglied haftet ebenso, kann das Risiko jedoch minimieren, wenn es nachweisen kann, dass es

alle Anstrengungen unternommen hat, um die Durchführung einer nachteiligen Entscheidung zu unterbinden. Stimmenthaltungen können das Vorstandsmitglied nicht von seiner Haftung entbinden. Bei Vorstandsbeschlüssen abwesende Vorstandsmitglieder haften für Beschlüsse in ihrer Abwesenheit nicht, müssen aber den Beschluss eigenständig prüfen und auf Bedenken hinweisen sowie allenfalls eine neue Beschlussfassung einfordern.

2.2. Gläubiger des Anspruchs

Gläubigerin eines Anspruchs aus § 84 AktG ist die AG, nicht anspruchsberechtigt sind demnach grundsätzlich die Aktionäre und Gesellschaftsgläubiger sowie sonstige Dritte. Zu beachten ist allerdings, dass die HV (bereits eine qualifizierte Minderheit von 10% des Grundkapitals) den Restvorstand oder den Aufsichtsrat zur Durchsetzung von Ersatzansprüchen gegenüber Vorstandsmitgliedern verpflichten kann.

2.3. Allgemeine Haftungsvoraussetzungen

Die schadensrechtlichen Normen des Allgemeinen Bürgerlichen Rechts sind auch für die Haftung von Vorstandsmitgliedern maßgebend¹⁴. Dies bedeutet, dass die von der Zivilrechtsdogmatik entwickelten Lehren wie Kausalität, der adäquaten Verursachung, des Rechtswidrigkeitszusammenhangs und der Verschuldensfrage auch in jedem nach § 84 zu prüfenden Schadensfall heranzuziehen sind.

2.3.1. Schaden

Eine Schadenersatzpflicht kommt nach allgemein zivilrechtlichen Grundsätzen ausschließlich dann in Betracht, wenn der Gesellschaft aus dem Verhalten des Vorstandes ein Schaden entstanden ist. Dies wird auch in § 84 Abs 2 Satz 1 AktG ausdrücklich betont. Besonders zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang, dass ein Vorstandsmitglied für entgangenen Gewinn bei leichter Fahrlässigkeit nur dann haftet, wenn es selbst ein Unternehmer ist. Vorstandsmitglieder, die nicht Unternehmer sind (was oft zutrifft), haften abgestuft nach Verschuldensgraden: Bei leichter Fahrlässigkeit nur für positiven Schaden, bei grober Fahrlässigkeit und Vorsatz auch für den entgangenen Gewinn. Das Dienstnehmerhaftpflichtgesetz (DHG) ist nicht anwendbar, da Vorstandsmitglieder weder Arbeitnehmer noch arbeitnehmerähnliche Personen sind¹⁵.

2.3.2. Verschulden

Obwohl im Aktiengesetz nicht ausdrücklich ausgesprochen, ist das Verschulden bei einer Vorstandshaftung eine grundlegende Voraussetzung der Schadenszurechnung¹⁶. Wie oben bereits aus-

geführt, genügt unter Umständen bereits leichte Fahrlässigkeit als die Haftung nach § 84 AktG auslösender Verschuldensgrad.

2.3.3. Kausalität

Das Aktiengesetz verlangt für die Zurechnung eines Schadens nach allgemein schadenersatzrechtlichen Grundsätzen das Vorliegen eines Kausalzusammenhanges zwischen dem fraglichen Verhalten (Handeln oder Unterlassen) des Vorstandes und dem eingetretenen Schaden. Der Vorstand haftet nur für solche Schäden, die ohne das Verhalten des Vorstandes nicht eingetreten wären¹⁷.

2.3.4. Adäquanz

Für einen an sich verursachten Schaden wird trotz Kausalität dann nicht gehaftet, wenn der eingetretene Schaden so fern liegt, dass nach dem gewöhnlichen Lauf der Dinge und allgemeiner Lebenserfahrung nicht damit gerechnet werden musste und der Schaden somit nur durch eine ganz außergewöhnliche Verkettung von Umständen eingetreten ist¹⁸.

2.3.5. Rechtswidrigkeit

Die Zurechnung setzt weiter voraus, dass dem Vorstandsmitglied ein Verstoß gegen seine Pflichten zur Last gelegt werden kann. Dies bedeutet, dass das Verhalten objektiv sorgfaltswidrig und damit rechtswidrig sein muss. Dabei sind sämtliche Pflichten des Vorstandsmitglieds durch die Schadenersatzhaftung sanktioniert¹⁹. Grundsätzlich lassen sich drei Gruppen von Pflichten unterscheiden, wobei diese Unterscheidung funktionell vorgenommen ist:

- die Pflicht der Einhaltung der Sorgfalt eines ordentlichen und gewissenhaften Geschäftsleiters;
- eine im Gesetz in Sondertatbeständen ausgedrückte Treuepflicht;
- sämtliche sonstige Pflichten, die dem Vorstandsmitglied durch Gesetz, Satzung oder für den Vorstand verbindlichen Organbeschlüsse wie zB Geschäftsordnungen auferlegt sind.

2.3.6. Verjährung

Ersatzansprüche gegen Vorstandsmitglieder verjähren gemäß § 84 Abs 6 AktG in 5 Jahren. Eine vertragliche Verkürzung der Frist ist unzulässig und unwirksam²⁰. Die 5-jährige Frist ist eine subjektive Frist, d.h. die Verjährung beginnt erst zu laufen, wenn der Gesellschaftsschädiger und der von ihm verursachte Schaden dem Grunde bzw der Höhe nach bekannt sind. Entscheidend ist

somit, dass dem Geschädigten der Sachverhalt soweit bekannt ist, dass die Klage mit Aussicht auf Erfolg erhoben werden kann²¹. Siehe zur Verjährung auch die nachstehenden Ausführungen zum Kapitel „Entlastung“.

2.4. Konkretisierung allgemeiner Vorstandspflichten und gesetzlich besonders angeordneter Pflichten

2.4.1. Zielvorgaben für die Leitung der AG

Der Sorgfaltsmaßstab der Vorstandsmitglieder wird durch die Zielvorgabenbestimmung des § 70 Abs 1 AktG definiert, wonach der Vorstand die Gesellschaft unter eigener Verantwortung so zu leiten hat, wie das Wohl des Unternehmens unter Berücksichtigung der Interessen der Aktionäre und der Arbeitnehmer sowie des öffentlichen Interesses es erfordert.

Diese Bestimmung ist eine Wertabstufung, wobei an oberster Stelle das Unternehmenswohl als Kernelement steht. Damit ist die langfristige Sicherung einer positiven Unternehmensentwicklung (Rentabilität) zu verstehen. Unter Einhaltung dieser Prämisse ist schließlich das bestmögliche Betriebsergebnis (nicht unbedingt Bilanzergebnis) zu erreichen²².

Der Vorstand hat gemäß § 70 AktG auch die Interessen der Aktionäre zu berücksichtigen. Da diese teilweise mitunter erheblich differieren können, ist der Vorstand in seinem eigenen Interesse gut beraten, nicht blindlings die Einzelinteressen bestimmter Aktionärsgruppen zu forcieren, sondern stets die Sicherung und Förderung der dauerhaften Rentabilität des Unternehmens als oberste Maxime seiner Leitungstätigkeit zu beachten. Dies entspricht auch der Steigerung des Marktwertes des Unternehmens im Zusammenhang mit Shareholder Value Diskussionen.

Die Arbeitnehmerinteressen decken sich üblicherweise mit der obersten Maxime der langfristigen Sicherung einer positiven Unternehmensentwicklung, weil den Arbeitnehmern naturgemäß an der Sicherung ihrer Arbeitsplätze gelegen ist. Die Abwägung der sich gegenüberstehenden Interessen Gehaltserhöhung vs. Unternehmenswertsteigerung obliegt dem Vorstand; er hat hierbei höchst sorgfältig vorzugehen und daher auch mit den Arbeitnehmern vernünftige Gespräche zu führen²³.

Das öffentliche Interesse ist so zu verstehen, dass jede Gesellschaft als Wirtschaftsunternehmen einen wesentlichen Faktor einer Volkswirtschaft darstellt und mit positiven Ergebnissen im Rahmen ihrer Tätigkeit zum Wohlstand der Gesamtgesellschaft beiträgt. Das öffentliche Interesse kann aber keinesfalls bedeuten, dass ein

Unternehmen zu Spenden oder sonstigen Förderungsmaßnahmen an andere Rechtsträger verpflichtet wäre²⁴.

2.4.2. Kernpflichten der Unternehmensleitung

Diese umfassen im Wesentlichen vier maßgebliche Bereiche, nämlich Planung und Strategie, Überwachung, Personalverantwortung für das Leitungspersonal und schließlich Organisation und Ausführung des Tagesgeschäfts²⁵. Das diesbezüglich relevante Thema der Überwachung (Compliance) befindet sich in Österreich nach wie vor in Entwicklung. In diesem Beitrag wird darauf noch gesondert eingegangen.

2.4.3. Weitere Vorstandspflichten

Dazu zählt unter anderem die Beachtung eines durch Satzung oder Aufsichtsratsbeschluss festgelegten Kataloges von Geschäften, die von den Vorstandsmitgliedern nur mit vorheriger Zustimmung des Aufsichtsrats vorgenommen werden dürfen. Weitere Pflichten sind beispielsweise die Einberufung der Hauptversammlung, die Berichts- und Teilnahmeobligationen in bzw. gegenüber der Hauptversammlung, die Vollziehung von Hauptversammlungsbeschlüssen, die Angabe des Vorstandes auf Geschäftsbriefen oder auch die ausdrückliche Zeichnung von Dokumenten durch Benennung der Funktion und Namen.

2.4.4. Treuepflicht

Der Vorstand ist letztlich ein Verwalter fremden Vermögens. Daraus folgt eine ihm obliegende organschaftliche Treuepflicht, die im Verhältnis zwischen den Vorstandsmitgliedern und der Gesellschaft begründet ist. Sie wirkt daher nur gegenüber der Gesellschaft, nicht im Verhältnis zwischen den Vorständen und den Aktionären, und verfolgt primär das Ziel, Interessenskonflikte der Vorstandsmitglieder hintanzuhalten. Das Gesellschaftsinteresse genießt Vorrang vor den Eigeninteressen des Geschäftsleiters²⁶. Treuepflicht bedeutet unter anderem auch, dass die Vorstandsmitglieder gegenüber der Gesellschaft sämtliche Interessenskonflikte uneingeschränkt offenzulegen haben. Zudem müssen sie der Gesellschaft Rechenschaft darüber ablegen, dass sie ihrer Treuebindung entsprochen haben. Dazu gehört auch die Sicherstellung angemessener Kontrollen. Im Zusammenhang mit der Treuepflicht der Vorstandsmitglieder stehen weitere Verpflichtungen wie zB eines loyalen Einsatzes für die Gesellschaft oder des Verbotes von Sondervorteilen.

Darüber hinaus statuiert § 79 Abs 1 AktG diesbezüglich ein streng ausgelegtes Wettbewerbsverbot; Vorstandsmitglieder dürfen ohne Einwilli-

gung des Aufsichtsrates weder ein Unternehmen betreiben noch Aufsichtsratsmandate in Unternehmen annehmen, die mit der Gesellschaft nicht konzernmäßig verbunden sind oder an denen die Gesellschaft nicht unternehmerisch beteiligt ist. Ebenso dürfen sie nicht im Geschäftszweig für eigene oder fremde Rechnung Geschäfte machen oder sich an einer anderen unternehmerisch tätigen Gesellschaft beteiligen. Im Falle einer Verletzung des Wettbewerbsverbots kann die Gesellschaft Schadenersatz fordern oder sogar in für eigene Rechnung gemachte Geschäfte im Innenverhältnis eintreten.

Die Vorstandsmitglieder sind weiters nach der ausdrücklichen Bestimmung des § 84 Abs 1 Satz 2 AktG verpflichtet, über vertrauliche Angaben der Gesellschaft Stillschweigen zu bewahren. Diese Verschwiegenheitspflicht bildet einen Teil der organschaftlichen Treuepflicht der Vorstandsmitglieder gegenüber der Gesellschaft und kann somit weder durch die Satzung noch durch die Geschäftsordnung erleichtert oder verschärft²⁷ werden²⁸. Der Begriff der vertraulichen Angaben geht über den Bereich der Geschäfts- und Betriebsgeheimnisse hinaus und umfasst daher insbesondere auch Personalthemen, Informationen über schwebende Vertragsverhandlungen, über den Forschungsstand im Technologiebereich, über die Produktionsplanung und über die allgemeine strategische Unternehmensplanung²⁹. Öffentlich bekannte Informationen sind von der Verschwiegenheitspflicht des § 84 AktG nicht erfasst.

2.4.5. Pflichten bei unternehmerischen Entscheidungen und Unternehmerrisiko

Der Vorstand der AG hat seine Leitungsaufgabe unter eigener Verantwortung wahrzunehmen. Dies bedeutet, dass er weisungsfrei agiert und dass ihm darüber hinaus auch ein entsprechender unternehmerischer Ermessensspielraum zugestanden wird³⁰. Dies hat zur Folge, dass, wenn der Vorstand im Rahmen seines unternehmerischen Ermessens eine bestimmte Maßnahme trifft, nicht bei jedem Fehlschlag sofort angenommen werden darf, dass das Leitungsorgan seine Pflichten schuldhaft verletzt habe und der Gesellschaft gegenüber ersatzpflichtig sei. Das unternehmerische Risiko hat die Gesellschaft und nicht die Mitglieder der Geschäftsführung oder der Aufsichtsorgane zu tragen³¹. Der Vorstand handelt innerhalb seines unternehmerischen Ermessens im Rahmen seiner Sorgfaltspflicht, wenn er den Sachverhalt ex ante sorgfältig beurteilt. Das bedeutet, dass er mit Absicht geschäftliche Risiken eingehen kann und gegebenenfalls auch unkonventionelle Maßnahmen beschließen darf, wobei ihm Fehlurteile und Fehlein-

schätzungen zuzugestehen sind, sofern er die Entscheidungsgrundlagen sorgfältig ermittelt und abgewogen hat. Die Entscheidung muss somit vom Verantwortungsbewusstsein unter Berücksichtigung des Unternehmenswohls getragen sein³²

2.4.6. Exkurs zu Beratungsverträgen

Bedingt durch immer komplexer werdende betriebswirtschaftliche und juristische Rahmenbedingungen sowie die insgesamt angespannte Wirtschaftslage ist bereits seit einigen Jahren eine steigende Inanspruchnahme externer Berater durch Vorstandsmitglieder zu beobachten. Hier stellt sich die Frage, inwieweit derartige Ausgaben im Sinne einer sorgfältigen und pflichtgemäßen Unternehmensführung vertretbar sind. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass der Vorstand als Grundlage seiner unternehmerischen Entscheidungen zunächst ausreichende Tatsachengrundlagen schaffen muss. Er ist verpflichtet, alle ihm zur Verfügung stehenden Erkenntnisquellen auszuschöpfen. Die Inanspruchnahme externer Berater muss daher jedenfalls angemessen, wirtschaftlich und zweckmäßig sein³³

2.4.7. Erwerb von Unternehmen

Beim Erwerb von Unternehmen ist es erforderlich, dass der Kaufinteressent vor Abschluss eines Vertrages Einsicht in das Unternehmen durch Sachverständige im Zuge einer Due Diligence nimmt. Der Vorstand der Erwerbengesellschaft ist verpflichtet, vom Management der zu erwerbenden Gesellschaft die Durchführung einer Due Diligence Prüfung zu verlangen. Wenn das Management der zu erwerbenden Gesellschaft eine solche Due Diligence Prüfung verweigert, besteht eine Pflicht des Vorstandes der Erwerbengesellschaft, von der geplanten Akquisition Abstand zu nehmen³⁴. Die Entscheidung über die Zulassung einer Due Diligence durch den Vorstand der zu erwerbenden Gesellschaft gehört zur laufenden Geschäftsführung und liegt im Ermessen des Vorstandes. Maßgeblich ist dabei jedenfalls das Wohl der Gesellschaft. Der Vorstand der zu erwerbenden Gesellschaft hat je nach Satzung oder Geschäftsordnung den Aufsichtsrat in diese Entscheidung miteinzubeziehen.

Der Vorstand der Erwerbengesellschaft (aber in der Regel auch der zu erwerbenden Gesellschaft) hat sowohl gemäß § 95 Abs 5 Z 1 AktG als auch üblicher Weise aufgrund der Satzungen oder Geschäftsordnungen der jeweiligen Gesellschaften zwingend die vorherige Zustimmung des Aufsichtsrates zum geplanten Erwerb einer entsprechenden Beteiligung einzuholen. Die Zu-

stimmung der Hauptversammlung muss eingeholt werden, wenn dies in der Satzung normiert ist. Abgesehen davon ist dies zu empfehlen, wenn eine Diskussion über die Veränderung der Marktstellung des erwerbenden Unternehmens droht, und zwar vor allem dann, wenn anzunehmen ist, dass wesentliche Aktionärsteile befürchten, dass die Marktstellung des übernehmenden Unternehmens geschädigt werden kann.

Die Vorstände der an dem Übernahmeprozess beteiligten Unternehmen sind generell dazu verpflichtet, dafür Sorge zu tragen, dass das Übernahmeverfahren korrekt und reibungslos durchgeführt wird und haben ebenfalls ihre entsprechend erforderlichen Organbeschlüsse herbeizuführen.

2.5. Die Haftungsfälle des § 84 AktG

Die Aufzählung der im § 84 Abs 3 AktG angeführten acht rechtswidrigen Verhaltensweisen, die eine Ersatzpflicht auslösen, hat nach einheitlicher Auffassung von Lehre und Rechtsprechung lediglich demonstrativen Charakter. Es geht im Grunde darum, den Vorstand zu verpflichten, die Kapitalgrundlage und den Vermögensbestand der Gesellschaft zu erhalten³⁵. Es handelt sich somit um Gläubigerschutzbestimmungen³⁶.

Weitere Haftungen ergeben sich aus § 97 AktG - Insichgeschäfte sind nur nach vorheriger Zustimmung durch den Aufsichtsrat zulässig, § 78 AktG - Gesamtbezüge des Vorstandsmitgliedes müssen in einem angemessenem Verhältnis zu den Aufgaben stehen oder § 80 AktG - hier kommt es zu einer Haftung für Kredite, die an Vorstandsmitglieder ohne Zustimmung des Aufsichtsrates gewährt werden.

2.6. Geltendmachung der Haftung

2.6.1. Durch Gesellschaftsorgane

Zuständig zur Geltendmachung von der Gesellschaft gemäß § 84 Abs 2 AktG zustehenden Schadenersatzansprüchen ist hinsichtlich in Funktion befindlicher Vorstandsmitglieder zunächst der Restvorstand aufgrund seiner grundsätzlichen Vertretungsbefugnis. Alternativ kann die Geltendmachung von Ersatzansprüchen gegenüber Vorstandsmitgliedern auch durch den Aufsichtsrat erfolgen. Dies ist allerdings (§ 97 Abs 1 AktG) nur bei Vorliegen eines entsprechenden Hauptversammlungsbeschlusses möglich³⁷.

Durch einen mit einfacher Mehrheit zu fassenden Beschluss der Hauptversammlung kann der Vorstand gemäß § 134 AktG auch zur Verfolgung eines Schadenersatzanspruchs verpflichtet, nicht jedoch an dessen Verfolgung gehindert werden.

2.6.2. Durch Gesellschaftsgläubiger

Gemäß § 84 Abs 5 AktG kann der Ersatzanspruch auch von den Gläubigern der Gesellschaft geltend gemacht werden, sofern die Gläubiger von der Gesellschaft keine oder nur eine unvollständige Befriedigung erlangen können, der Ersatzanspruch auf grober Fahrlässigkeit beruht und über das Vermögen der Gesellschaft nicht das Insolvenzverfahren eröffnet wurde³⁸.

2.6.3. Durch den Insolvenzverwalter

Wurde über das Vermögen der Gesellschaft das Insolvenzverfahren eröffnet, dann werden die Ersatzansprüche gegen Vorstandsmitglieder vom Insolvenzverwalter durchgesetzt³⁹. Die Kompetenz des Insolvenzverwalters ist ausschließlich. Die Ansprüche können daher weder vom Aufsichtsrat noch durch Gläubiger der Gesellschaft ausgeübt werden.

2.7. Möglichkeiten einer Haftungsbeschränkung

Bei einer AG kommt eine Haftungsbefreiung durch Weisung mangels Weisungsgebundenheit des Vorstandes grundsätzlich nicht in Betracht. Die Haftung des Vorstandes tritt gemäß § 84 Abs 4 AktG allerdings nicht ein, wenn das Verhalten des Vorstandsmitglieds auf einem gesetzmäßigen Beschluss der Hauptversammlung beruht. Eine Billigung der Handlung des Vorstandsmitgliedes durch den Aufsichtsrat schließt die Ersatzpflicht allerdings nicht aus.

Vertragliche Haftungsbeschränkungen bzw Freistellungen von Vorstandsmitgliedern sind nach allgemeiner Ansicht unzulässig. In Betracht kommt aber eine Schad- und Klagloserklärung durch dritte Personen wie etwa die Konzernmutter.

Zur Entlastung siehe nachstehend ausführlich unter III. Der Verzicht auf die Haftung von Vorstandsmitgliedern liegt gemäß § 97 Abs 1 AktG in der ausschließlichen Kompetenz des Aufsichtsrates, wird aber nur wirksam, wenn die Hauptversammlung zustimmt. Gleiches gilt bei einem Vergleich über Haftungsansprüche. Gemäß § 84 Abs 4 Satz 3 AktG kann die Gesellschaft allerdings erst 5 Jahre nach Entstehen des Anspruchs und überdies nur dann verzichten, wenn nicht eine Minderheit von 20% des Grundkapitals widerspricht⁴⁰.

2.8. Außenhaftung der Vorstandsmitglieder

Nicht nur Aktionäre, auch sonstige Dritte können aus der zentralen Haftungsbestimmung des § 84 AktG grundsätzlich keine unmittelbaren Ansprüche gegen Vorstandsmitglieder ableiten. Eine Haftung der Vorstandsmitglieder gegenüber

Dritten ist dennoch nicht völlig ausgeschlossen: Dies kommt aber nur in einigen wenigen Fällen in Betracht, wenn der Tatbestand besonderer Anspruchsgrundlagen erfüllt ist.

2.8.1. Haftung aufgrund besonderer gesetzlicher Anordnung

Diese ergibt sich aus § 100 AktG. Den Aktionären steht ein eigener Ersatzanspruch gegen Vorstandsmitglieder insoweit zu, als sie über die Schädigung der Gesellschaft hinaus einen unmittelbaren Schaden erlitten haben. Eine Kursverschlechterung der Aktie als solche ist allerdings nicht als Eigenschaden des Aktionärs anzusehen⁴¹. Es darf sich also nicht um einen bloßen Reflexschaden handeln.

2.8.2. Haftung bei Umgründungsvorgängen

Bei Pflichtverletzungen im Zusammenhang mit Umgründungs- bzw Verschmelzungsvorgängen sind gemäß § 227 AktG die Vorstands- und Aufsichtsratsmitglieder der übertragenden Gesellschaft als Gesamtschuldner gegenüber der übertragenden Gesellschaft, deren Aktionären und auch deren Gläubigern zum Ersatz des durch die Verschmelzung erlittenen Schadens verpflichtet. Entsprechende unmittelbare Haftungen der Vorstandsmitglieder können sich weiters bei der Spaltung sowie bei der verschmelzenden Umwandlung ergeben.

2.8.3. Haftung wegen Schutzgesetzverletzung

Eigenständige Schadenersatzansprüche von Gläubigern oder Aktionären können insbesondere auch auf die Verletzung von Schutzgesetzen iSv § 1311 ABGB gestützt werden, die unter anderem auch dem Schutz von Gläubigern oder Anlegern dienen, wie zB § 69 IO (Insolvenzverschleppung) sowie § 159 StGB (grob fahrlässige Beeinträchtigung von Gläubigerinteressen).

2.8.4. Haftung bei Verletzung kapitalmarktrechtlicher Informationspflichten

Eine Verantwortlichkeit gegenüber Dritten kann sich schließlich auch aus der Verletzung kapitalmarktrechtlicher Pflichten ergeben, insbesondere bei der Prospekthaftung. Die Haftung der Vorstandsmitglieder ist aber im Einklang mit den allgemeinen zivilrechtlichen Wertungen nur in engen Grenzen anzunehmen, nämlich dann, wenn die Vorstandsmitglieder eigene wirtschaftliche Interessen verfolgen oder hohes persönliches Vertrauen in Anspruch nehmen⁴².

2.9. Vorstandshaftung in der börsennotierten AG

Die Börsennotierung einer AG bewirkt eine deutliche Zunahme der Pflichten des Vorstandes, da dieser als Geschäftsführungs- und Vertretungs-

organ der Emittenten auch gegenüber dem Markt und daher gegenüber den aktuellen und künftigen Anlegern entsprechende Pflichten (Information, Organisation, Kontrolle) zu erfüllen hat. Bei Regelverstößen drohen den Vorstandsmitgliedern in erster Linie verwaltungsstrafrechtliche bzw strafrechtliche Sanktionen. Eine mögliche Außenhaftung wegen Verletzung kapitalmarktrechtlicher Pflichten kann sich allerdings dann ergeben, wenn die verletzte Norm als Schutzgesetz gemäß § 1311 ABGB anzusehen ist.

Eine der zentralen Verhaltenspflichten in diesem Zusammenhang sind das Insiderverbot gemäß § 48b BörseG sowie das Verbot der Marktmanipulation gemäß § 48c BörseG, die beide unmittelbar den Vorstand der Gesellschaft treffen können.

3. Einfluss der Regelungen des österreichischen Corporate Governance Kodex / zur Corporate Compliance

Bei immer wieder im Brennpunkt des öffentlichen Interesses stehenden Unternehmen wie auch der ÖBB als „Staatseigentum“ steht seit kurzer Zeit immer mehr der Begriff der „Corporate Governance“ bzw der Compliance-Pflicht der Führungskräfte im Zentrum der Diskussionen. Was verbirgt sich aber hinter diesem Begriff, wie weit sind die Organe tatsächlich betroffen und welche Maßnahmen sind erforderlich, um die Ursachen allfälliger Haftungen der Führungskräfte bereits im Ansatz erkennen zu können und wirksame Gegenmaßnahmen zur Vermeidung oder Reduktion auf ein Minimum zu ergreifen?⁴³

3.1. Ursprünge der Corporate Compliance in den USA

Der Begriff Compliance stammt ursprünglich aus der anglo-amerikanischen Wirtschaftsterminologie⁴⁴: Bereits im Jahr 1960 führten amerikanische Unternehmen aus Anlass einer breit angelegten strafrechtlichen Verfolgung wettbewerbsrechtlicher Straftaten sogenannte Corporate Compliance Codes ein.⁴⁵ Unternehmensinterne Richtlinien sollten die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften durch die Mitarbeiter der Gesellschaft sichern und so für die Gesellschaft selbst möglichst eine strafrechtliche Verantwortung ausschließen oder zumindest strafmildernd wirken.⁴⁶

Deutlichere Konturen nahm der Begriff Compliance schließlich gegen Ende der 1980er Jahre an und wurde insbesondere von der amerikanischen Finanzbranche geprägt, als sich zahlreiche Bankinstitute (wiederum aus eigenem Antrieb) zur Einrichtung von Compliance-Systemen verpflichteten, worunter ein systematisches Konzept zur Sicherstellung regelkonformen Verhal-

tens in den klassischen Risikobereichen der Banken verstanden wurde.⁴⁷ In erster Linie ging es dabei um die Verhinderung von Insidergeschäften, die Bewältigung von Interessenskonflikten, die Einhaltung aufsichtsrechtlicher Anordnungen im Bank- und Börsebereich sowie die Befolgung der Bestimmungen zur Verhinderung von Geldwäsche.⁴⁸

Zu einer legislativen Verankerung von Compliance kam es in den USA erstmals im November 1991.

Der von den USA ausgehende Compliance-Trend wirkte sich im Laufe der Zeit mehr und mehr auf europäische Unternehmen aus: Beeinflusst waren zunächst insbesondere international tätige Konzerne, die in den USA in streng regulierten Branchen tätig waren und den Compliance-Ansatz schließlich auch bei ihrer nationalen Tätigkeit berücksichtigten⁴⁹ (für Österreich s. Kapitel 2.3).

3.2. Aktuelles Compliance-Verständnis

Erst in jüngerer Zeit hat sich aus dem ursprünglich nur auf die Finanzbranche bezogenen Thema ein nun weitere Gebiete umfassendes Compliance-Verständnis durchgesetzt.⁵⁰

Eine häufig gebräuchliche Übersetzung des Begriffes Compliance ist nichts anderes als „die zuverlässige Befolgung der Anweisungen“. Diese Deutung gilt jedenfalls auch im wirtschaftsrechtlichen Bereich. Es geht um nichts anderes, als dass Unternehmen, ihre Organmitglieder und ihre Mitarbeiter im Einklang mit dem geltenden Recht handeln.⁵¹

Wenn gleich dies auf den ersten Blick einigermaßen banal, da selbstverständlich, erscheint, sind damit in der Praxis immer wieder Schwierigkeiten verbunden: Unternehmen sehen sich heute mit einer beinahe unüberblickbaren, weitreichenden (bis hin zu nahen Angehörigen von Organmitgliedern) Normenflut in den teilweise unterschiedlichsten Bereichen konfrontiert.

Hinter dem Begriff Compliance wird heute somit vielmehr die umfassende Verpflichtung der Führungsorgane bezeichnet, geeignete organisatorische Vorkehrungen und Maßnahmen zu setzen, um rechtmäßiges Verhalten des Unternehmens sowie der Mitarbeiter zu gewährleisten. Rechtsverletzungen sind in weiterer Folge möglichst rasch aufzudecken⁵² und entsprechend zu sanktionieren.⁵³ Verlangt ist ein systematisches Konzept zur Sicherstellung regelkonformen Verhaltens, welches durch Anweisung, Kontrolle und Sanktion als Grundprinzipien geleitet ist.⁵⁴ Darüber hinaus verfolgt Compliance aber auch das Ziel, die Rechtsfolgen von Rechtsverletzungen

für das Unternehmen und die Organmitglieder abzuwenden bzw die betreffenden Haftungsrisiken zumindest kontrollierbar zu machen. Noch einen Aspekt gilt es aufzuzeigen: Compliance betrifft in vielen Fällen auch die Positionierung des Unternehmens in der öffentlichen Wahrnehmung, nicht zuletzt um auch dazu beizutragen, das gesunkene Vertrauen der Marktteilnehmer auf den Finanzmärkten wiederzugewinnen.

3.3. Bank- und Kapitalmarktrecht

Der Begriff Compliance wurde auch in Österreich zuerst im bank- und kapitalmarkt-rechtlichen Bereich betont⁵⁵. Dabei ging es zB um die Sicherstellung der das Wertpapierdienstleistungsgeschäft betreffenden Regeln durch die Entwicklung und Einrichtung interner Kontrollverfahren⁵⁶, welche sich anfangs vor allem in Maßnahmen zur Prävention von Insidermissbrauch niederschlugen haben. In den österreichischen Gesetzen fand sich der Compliance-Begriff zuerst in der Emittenten Compliance Verordnung (ECV) und im Wertpapieraufsichtsgesetz (WAG) wieder.⁵⁷

1993⁵⁸ wurde der Standard Compliance Code (SCC) des österreichischen Bankwesens⁵⁹ eingeführt, der durch das WAG 2007 umfangreich geändert wurde.⁶⁰ Letztlich wurde damit ein dem § 18 WAG entsprechendes und präzisierendes, die weiteren kapitalmarktrechtlichen Compliance-Gebiete abdeckendes Instrument geschaffen. Der SCC gliedert sich in 7 Bestandteile, wobei der erste die Grundsätze ordnungsgemäßer Compliance beschreibt, welche auch als Vorbild für Compliance-Regelungen in anderen Branchen gesehen werden können.⁶¹

3.4. Der Einfluss des Verbandsverantwortlichkeitsgesetzes

Das Verbandsverantwortlichkeitsgesetz⁶² (VbVG) regelt die Strafbarkeit von juristischen Personen sowie Personengesellschaften (vgl. §§ 1 und 2 VbVG) und ist somit ebenfalls ein wesentlicher Beitrag zur Compliance-Diskussion. Dieses Gesetz ist ausgerichtet auf die Einführung von Vorbeugemaßnahmen zur Vermeidung von Straftaten.⁶³

Zentrale Bestimmung für die strafrechtliche Verantwortlichkeit des Unternehmens ist § 3 VbVG. Nach § 3 VbVG machen sich Verbände für Straftaten, die von ihren Entscheidungsträgern und/oder Mitarbeitern begangen werden, strafrechtlich verantwortlich und werden dafür mit Geldbußen sanktioniert. Die Verbandsverantwortlichkeit wird dann begründet, wenn die Tatbegehung zu Gunsten des Verbandes oder unter Verletzung von Verbandspflichten erfolgt ist (§ 3 Abs 1 VbVG). Für die generelle Zurechnung muss je-

denfalls ein ausreichender grundlegender Bezug zur Verbandssphäre gegeben sein.⁶⁴

Für die weitere Zurechnung zum Verband ist zu unterscheiden, ob die Straftat von einem Entscheidungsträger oder einem Mitarbeiter begangen wurde. Begeht ein Entscheidungsträger iSd § 2 Abs 1 VbVG (Geschäftsführer, Vorstand, Aufsichtsratsmitglied, etc) rechtswidrig und schuldhaft eine Straftat, ist diese dem Verband direkt und unmittelbar zuzurechnen. Die strafrechtliche Verantwortlichkeit des Verbandes wird sowohl aufgrund aktiven Tuns als auch Unterlassens begründet. Dabei ist es unerheblich, ob die Tat vollendet oder versucht wurde. Es kommt auch nicht darauf an, in welcher Täterschaftsform der Entscheidungsträger an der Tat beteiligt war.

Begeht ein Mitarbeiter iSd § 2 Abs 2 VbVG eine Straftat, ist diese nur dann dem Verband zuzurechnen, wenn die Tat aufgrund von Fehlern auf Unternehmensleitungsebene (Organisations-, Kontroll- oder Überwachungsfehler) ermöglicht oder wesentlich erleichtert worden ist. Es ist daher zu prüfen, ob eine Tatverhinderungspflichtverletzung von Seiten der Entscheidungsträger vorliegt, die in dem vom Gesetz geforderten Zusammenhang zur Mitarbeitertat (Risikoerhöhung) steht. Um die Verbandsverantwortlichkeit auszulösen, genügt bei der Mitarbeitertat in der Vorsatzvariante die rechtswidrige Verwirklichung des (objektiven und subjektiven) Tatbestands und in der Fahrlässigkeitsvariante die rechtswidrige Verwirklichung lediglich des objektiven Tatbestands.⁶⁵

Vor dem Hintergrund der Verbandsverantwortlichkeit ist es empfehlenswert, Vorsorge gegen entsprechende Straftaten von Entscheidungsträgern mittels Compliance-Maßnahmen zu treffen. Es ist Aufgabe des Managements, entsprechende Organisationsstrukturen zu schaffen, die geeignet sind, Fehlverhalten auf Unternehmensleitungsebene zu verunmöglichen⁶⁶. Die Einführung eines Compliance-Systems ist dann strafbarkeitsvermeidend, wenn die Inhalte eines implementierten Compliance-Systems die „wesentlichen technischen, organisatorischen oder personellen Maßnahmen“ umfassen, die für die Verhinderung solcher Taten erforderlich sind. Bei Einhaltung von „due care“ auf Unternehmensleitungsebene kann eine Verbandsverantwortlichkeit ausscheiden.⁶⁷ Verbandstrafrechtlich bedeutend ist auch die nachträgliche Einführung oder die Verbesserung eines bestehenden Compliance-Systems. Diesfalls kann die Strafverfolgungsbehörde gemäß § 18 VbVG von einer Verbandsverfolgung absehen oder mit diversioneller Erledigung vorgehen. Die Einführung eines Compliance-Systems wirkt zudem für die Bemessung der Verbandsgeldbuße mildernd.⁶⁸

3.5. Compliance als Verpflichtung des Vorstandes

Betrachtet wird, ob eine Verpflichtung geschäftsführender Organe zur Einrichtung von Compliance-Systemen auch abseits des Bank- und Kapitalmarktrechts angenommen werden kann. Da der Begriff Compliance dem Aktiengesetz (wie auch dem GmbHG) an sich nicht bekannt ist, sind zuerst allgemeine Corporate Governance-Grundsätze zu beleuchten:⁶⁹

3.5.1. Compliance / Corporate Governance

Der Begriff Corporate Governance ist weiter zu verstehen als Compliance. Beschrieben wird damit eine mehrere Disziplinen umfassende Aufgabe zur Klarstellung, Aufdeckung und Lösung von Problemen, die sich aus einer Trennung von Eigentum und Verfügungsmacht ergeben.⁷⁰ Im gesellschaftsrechtlichen Sinn bildet er bereits einen weiten Überbegriff für einen Ordnungsrahmen zur Leitung und Überwachung eines Unternehmens⁷¹, der sich aber nach wie vor in erster Linie an börsennotierte Gesellschaften richtet. Die Pflicht zu gesetzestreuem Verhalten trifft aber zweifelsfrei sämtliche Unternehmen.

Der Österreichische Corporate Governance Kodex (ÖCGK) erwähnt allerdings den Begriff der Compliance nach wie vor nur im Zusammenhang mit der bereits dargestellten Emittenten-Compliance-Verordnung. Auf den eigentlichen Hauptaspekt des Compliance-Gedankens, wonach der Vorstand „geeignete Vorkehrungen zur Sicherstellung der Einhaltung der für das Unternehmen relevanten Gesetze“ zu treffen hat, nimmt der ÖCGK bloß mittelbar in der (L-)Regel 15 Bezug. Dies wurde erst mit der Fassung 2010 des ÖCGK veranlasst, woraus zu schließen ist, dass der Compliance-Gedanke nun auch in der österreichischen Corporate Governance Diskussion immer mehr vertieft wird.⁷² Weitere Anknüpfungspunkte sind die Bestimmungen zu Risikomanagement (L-Regel 9)⁷³ und interner Revision (C-Regel 18)⁷⁴.

Compliance wird heute in erster Linie als Teil des Risikomanagements verstanden⁷⁵, da hiermit stets auch Rechtsrisiken⁷⁶ verbunden sind. Risikomanagement zielt nach wie vor primär auf betriebswirtschaftliche Faktoren ab, bei Compliance geht es aber primär um die organisatorische Absicherung der Befolgung von Regeln und Vorschriften.⁷⁷

Letztlich ist all dies als Ausdruck einer gestiegenen Bedeutung aller Standards für die Unternehmensführung zu sehen, die sich in weiterer Folge auf die internen Kontrollsysteme (IKS) und in der allgemeinen Sorgfaltspflicht der Leitungsorgane wiederfinden.

3.5.2. Verpflichtung zur Einrichtung eines internen Kontrollsystems (IKS)

Nach § 82 AktG (§ 22 Abs 1 GmbHG) hat der Vorstand unter anderem dafür zu sorgen, dass ein „internes Kontrollsystem“ unternehmensgerecht eingerichtet wird. Der Begriff des IKS ersetzt heute in der Praxis bereits weitestgehend ältere Begriffe wie zB „angemessenes internes Kontrollverfahren“. Unter einem IKS sind nach der RV zum IRÄG 1997 sämtliche aufeinander abgestimmten Methoden und Maßnahmen zu verstehen, die dazu dienen, das Vermögen zu sichern, die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Abrechnungsdaten zu gewährleisten und die Einhaltung der vorgeschriebenen Geschäftspolitik zu unterstützen.⁷⁸ Wieder einmal bezieht man sich vorrangig auf die Rechnungslegungspflicht des Vorstands (§ 82 AktG).

Somit ist der Begriff des internen Kontrollsystems nach wie vor einigermaßen eingeschränkt. IKS wird somit lediglich als Gesamtheit aller Maßnahmen und Methoden, die darauf gerichtet sind, die Ziele der Sicherheit, Ordnungsmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit im Unternehmen sicherzustellen, gesehen.⁷⁹ Somit ist IKS letztlich ein (wichtiger) Teilaspekt einer funktionierenden Compliance. Aus § 82 AktG ist aber noch keine weitreichende Vorschrift zur Einrichtung eines umfassenden Compliance-Systems ableitbar.⁸⁰

3.5.3. Allgemeine Leitungsverantwortung des Vorstandes

Aus der Einleitung (s. zur Sorgfaltspflicht oben zu 1) ist auch eine weitgehende organisationsrechtliche Verantwortung des Vorstandes abzuleiten. Nur ein entsprechend strukturiertes Unternehmen ist Voraussetzung für die bestmögliche Realisierung der Ziele der Gesellschaft.⁸¹ Eine Gesellschaft muss so organisiert sein, dass die Unternehmensführung stets und umfassend einen zuverlässigen Überblick über die wirtschaftliche und finanzielle Situation des Unternehmens hat.⁸² Wesentlich dazu ist auch die Sicherstellung der Kontroll- und Organisationsverantwortung für alle Funktionen eines Unternehmens.⁸³ Zur bereits oben ausgeführten Gesamtverantwortung aller Vorstandsmitglieder gehört selbstverständlich auch die Einsetzung einer begleitenden und leistungsfähigen internen Überwachung, einschließlich die Auswahl der richtigen, dafür geeigneten Personen.⁸⁴

Jede Unternehmensführung hat aber jedenfalls auch dafür Sorge zu tragen, dass alle externen und internen Regelwerke beachtet werden⁸⁵, und ebenso dass das Unternehmen vor Schaden aber auch Ansehensverlust bewahrt wird.⁸⁶

Den Vorstand und jedes einzelne Mitglied in seiner Gesamtverantwortung treffen somit sowohl eine unternehmensweite Organisationsverantwortung als auch die Obliegenheit, ein rechtmäßiges Verhalten auf allen Ebenen des Unternehmens zu sichern.⁸⁷ Gesetzesverstößen von Unternehmensangehörigen sind schon im Vorfeld durch geeignete und zumutbare Vorkehrungen entgegenzuwirken.⁸⁸ Die Leitungs- und Organisationsverantwortung des Vorstandes führt somit zur Verpflichtung, eine auf Schadensprävention und Risikokontrolle angelegte Compliance-Organisation sicherzustellen und deren Funktionalität zu fördern.⁸⁹ In einem Konzernverbund ist der Vorstand der Konzernobergesellschaft verpflichtet, durch konzernweite Legalitätskontrolle für ein rechtmäßiges Verhalten auf allen Konzernebenen zu sorgen und auf die Einhaltung der (gesetzlichen) Regelungen durch die Konzernunternehmen hinzuwirken.⁹⁰

Corporate Compliance ist somit im aktuell gültigen Verständnis eine integrale Grundsatzfunktion der Unternehmensleitung. Deren völliges Fehlen oder deren nicht ausreichende Umsetzung stellt letztlich einen Verstoß gegen die Sorgfaltspflichten des Vorstandes dar, die bis zu einer entsprechenden Haftung des Vorstandes gegenüber der Gesellschaft oder bis zu einer vorzeitigen Abberufung der Vorstandsmitglieder gemäß § 75 Abs 4 AktG führen kann.⁹¹ Den Vorstand bei der Wahrnehmung von Compliance-Aufgaben zu kontrollieren, obliegt dem Aufsichtsrat⁹², der bei Verletzung ebenfalls haften kann.

Compliance ist zwingend dem Gesamtvorstand zugewiesen⁹³, wobei eine interne Ressortaufteilung und Zuweisung zur Umsetzung im Detail an ein Mitglied durchaus üblich sind und dies aus Gründen der Praktikabilität auch zumeist erfolgt. Dabei treffen dann allerdings die anderen Vorstandsmitglieder Überwachungs- und Sorgfaltspflichten.⁹⁴ Eine weitere interne Beauftragung an besondere Mitarbeiter ist üblich; diese Mitarbeiter sind zumeist mit entsprechenden Bevollmächtigungen zur Kontrolle und Umsetzung bzw sogar zur Sanktionierung ausgestattet.⁹⁵ Die Letztentscheidung verbleibt allerdings ebenso wie die Verantwortung beim Gesamtvorstand, jede Letztentscheidungsbefugnis in allen Compliance-Fragen muss dem Vorstandsgremium vorbehalten sein.⁹⁶ Eine gestufte Compliance-Organisation dient letztlich einer Haftungserleichterung für die Organmitglieder.⁹⁷

3.5.4. Ausgestaltung

Zur konkreten Ausgestaltung einer unternehmenskonformen Compliance-Organisation sind viele Faktoren ausschlaggebend, wie beispielsweise Größe, Unternehmensstruktur, Branche

und deren Standards, Geschäftsmodell, Vertriebsstruktur, Börsennotierung, Öffentlichkeitsinteresse, Internationalisierung etc.⁹⁸ Diese Ausgestaltung liegt im Ermessen des Gesamtvorstandes⁹⁹ und wird durch weitere Sonderfaktoren wie frühere Missstände und Unregelmäßigkeiten im Unternehmen oder in der Branche beeinflusst.¹⁰⁰ Die Ausgestaltung der Organisation ist ebenso auch nach den Gesichtspunkten der Erforderlichkeit und Zumutbarkeit zu beurteilen.¹⁰¹ Die entsprechende Umsetzung im ÖBB-Konzern ist nachstehend kurz beschrieben.

Wie in jeder geschäftlichen Organisationsentscheidung sind auch Kosten-Nutzen-Betrachtungen wesentlich. Dem Corporate Governance-Kodex unterworfenen börsennotierten Unternehmen haben diese Entscheidung auch stets unter Berücksichtigung der öffentlichen Wahrnehmung zu fällen.

Das Thema Corporate Governance insgesamt hat in Österreich vor allem durch das Unternehmensrechtsänderungsgesetz 2008 (BGBl. I Nr. 70/2008) wesentlich an Bedeutung gewonnen, indem in § 243b UGB die verpflichtende Erstellung eines Corporate Governance-Berichts gesetzlich verankert wurde.

Danach müssen Aktiengesellschaften, deren Aktien zum Handel auf einen geregelten Markt zugelassen sind oder die Aktien emittiert haben, die über ein multilaterales Handelssystem gehandelt werden, zusätzlich einen Corporate Governance Bericht neben dem Lagebericht aufstellen.

Der Bericht hat die Nennung eines in Österreich oder am jeweiligen Börseplatz allgemein anerkannten Corporate-Governance-Kodex und die Angabe zu enthalten, wo dieser öffentlich zugänglich ist. Soweit die Gesellschaft vom gewählten Kodex abweicht, hat sie eine Erklärung abzugeben, in welchen Punkten und aus welchen Gründen die Abweichung erfolgt ist. Dies betrifft jedoch nur die sogenannten C-Regeln (Comply or Explain). Wenn die Gesellschaft beschließt, keinem Kodex zu entsprechen, so muss sie dies begründen.

Im Bericht sind auch die Zusammensetzung und die Arbeitsweise des Vorstands (insb eine Ressortverteilung) und des Aufsichtsrats sowie dessen Ausschüsse anzugeben. Der Abschlussprüfer hat auch festzustellen, ob ein Corporate-Governance-Bericht aufgestellt wurde. Da der Bericht vom Lagebericht getrennt ist, unterliegt er nicht der Einklangsprüfung.

Diese Berichtspflichten waren erstmals für Jahresabschlüsse aufzustellen, die nach dem 31.12.2008 beginnen.

Mit Inkrafttreten des Aktienrechtsänderungsgesetzes 2009 (BGBl. I Nr. 71/2009) am 1.8.2009 wurden diese Neuerungen auch in das AktG übernommen.

Die Verpflichtungen der Vorstände nicht notierter AGs sind hingegen entsprechend reduziert zu sehen, aber nicht zu vernachlässigen.¹⁰² Die unternehmensinterne Kombination einer Compliance-Organisation mit weiteren anderen Überwachungseinrichtungen wie der internen Revision oder dem Risikomanagement ist möglich.

Für GmbHs ist die Einrichtung einer funktionsfähigen Compliance Organisation jedenfalls zu empfehlen, wenn diese GmbH an der Spitze einer Konzernorganisation steht.¹⁰³

3.2.5. Organisations-Anforderungen

Compliance-Strukturen bedürfen einer eigenständigen, institutionalisierten und organisatorischen Einheit. Entsprechende Mitarbeiter und Verantwortliche sind zu bestellen.¹⁰⁴ Dazu sind unternehmensinterne Compliance-Leitlinien wie Standards, Trainingsprogramme, Audits, Hotlines, Disziplinarmaßnahmen, Berichtswesen usw. erforderlich.¹⁰⁵ Für die fachlichen Anforderungen an die Compliance-Beauftragten gilt, dass diese zumindest über einen breiten juristischen und/oder wirtschaftsrechtlichen Hintergrund verfügen sollten, Erfahrung von Vorteil ist und eine Vertrautheit mit den unternehmensinternen Abläufen ebenfalls vorteilhaft ist.¹⁰⁶

3.5.6. Außenwirksame Sanktionen bei Verletzung der Compliance-Pflichten¹⁰⁷

Neben straf- und verwaltungsstrafrechtlichen Sanktionen werden auch zivilrechtliche Schadenersatzpflichten für klar insiderrechtliche Compliance-Pflichten bejaht.¹⁰⁸ Darüber hinaus ist an eine Vorstandshaftung nach Maßgabe des § 84 Abs 5 AktG zu denken.

3.6. Corporate Compliance innerhalb des ÖBB-Konzerns

Obwohl sich die Diskussion um Corporate Compliance in Österreich noch immer in einem als früh zu bezeichnenden Stadium befindet, hat die ÖBB durch die Herausgabe eines „Österreichischen Corporate Governance Kodex mit Abweichungen des ÖBB-Konzerns“ im Jänner 2011 ein Regelwerk geschaffen, welches nicht nur die gesetzlichen Forderungen erfüllt, sondern auch als eine marktgerechte, der besonderen Öffentlichkeitsstellung und Vorbildwirkung der ÖBB entsprechende Maßnahme bezeichnet werden darf. Die permanente Beschäftigung des Gesamtvorstandes der Holding sowie der einzelnen Teilkonzernholdings mit diesen Themen muss und wird

auch in Zukunft sicherstellen, dass dieser wichtige Bereich nicht vernachlässigt wird.

Die freiwillige Unterwerfung unter den österreichischen Corporate Governance Kodex wird laufend an dessen Novellen angepasst. Darüber hinaus wird jährlich eine externe Evaluierung der Einhaltung des ÖBB-Kodex durchgeführt.

Weiters wurde durch den Vorstand der ÖBB-Holding AG ein Compliance-System mit einer entsprechenden Organisationsstruktur eingeführt. Es wurde die Funktion eines weisungsfreien Chief Compliance Officer mit einer direkten Berichtspflicht an den Aufsichtsrat, aber auch der Möglichkeit der Information und Beratung des Aufsichtsrates, als eigene Stabsstelle bei der Geschäftsleitung der ÖBB-Holding AG eingerichtet. Der Chief Compliance Officer ist gleichzeitig Leiter der Anti-Korruptionsstelle im Konzern. In den Konzernmuttergesellschaften wurden ebenso weisungsfreie Compliance Officers implementiert. Weiters wurde eine Datenschutzorganisation im Konzern unter der Führung eines Konzerndatenschutzbeauftragten geschaffen.

4. D & O – Versicherung / „Crime – Versicherung“

Die D&O-Versicherung (auch als Directors- and Officers-Versicherung oder Organ- oder Managerhaftpflichtversicherung bezeichnet) ist eine Vermögensschadenhaftpflichtversicherung für Organe juristischer Personen, die in der Regel auch für leitende Angestellte abgeschlossen wird. Es handelt sich dabei um eine Versicherung zugunsten Dritter, die der Art nach zu den Berufshaftpflichtversicherungen gezählt wird. Der Versicherungsvertrag wird vom Unternehmen für seine als versicherte Personen bezeichneten Organmitglieder abgeschlossen. Prämienschuldner ist als Vertragspartner des Versicherers das Unternehmen als Versicherungsnehmer¹⁰⁹. Die Versicherung bietet jedoch nur Schutz für die Organe und Manager des Unternehmens, nicht aber für das Unternehmen selbst.

Versichert werden üblicherweise pauschal alle ehemaligen, gegenwärtigen und zukünftigen Organe (Vorstand, Geschäftsführung, Aufsichtsrat, Beirat uä) der Versicherungsnehmerin und ihrer Tochterunternehmen.

Deckung besteht bei Sorgfaltspflichtverletzungen ohne Vorsatz bzw wissentlicher Pflichtverletzung im Innen- oder Außenverhältnis. Ersetzt werden normalerweise alle Vermögensschäden, die während der Versicherungsperiode verursacht wurden und bei denen die Anspruchserhebung noch während der Vertragslaufzeit erfolgt.

Die D&O-Versicherung beruht auf dem sog. Ansprucherhebungsprinzip (Claims-made-Prinzip)¹¹⁰. Anders als die Allgemeine Haftpflichtversicherung, die das Entstehen der Leistungspflicht des Versicherers vom Eintreten des Schadenseignisses abhängig macht, ist die Leistungspflicht der D&O-Versicherung an die Geltendmachung des Haftpflichtanspruchs gegenüber der versicherten Person geknüpft. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Begehung einer Pflichtverletzung durch das Organ und die Geltendmachung eines daraus resultierenden Anspruchs in der Regel in einem größeren zeitlichen Abstand voneinander erfolgen. Somit kommt der vertraglich (in der Police) vereinbarten Frist zur Geltendmachung von Ansprüchen in der Regel essentielle Bedeutung zu. Dies ist von Bedeutung, da D&O-Versicherungen häufig nur mit einer Laufzeit von einem Jahr abgeschlossen werden und nach Ablauf dieser Zeit beide Vertragspartner die Möglichkeit haben, entweder den Versicherungsvertrag zu denselben Bedingungen oder abgeändert (meistens mit höheren Prämien bei gestiegenem Risiko oder hoher Anspruchsfrequenz) zu erneuern oder eben nicht.¹¹¹

Erforderlich für die Inanspruchnahme ist die Ernsthaftigkeit der abgegebenen Erklärung, über die kein Zweifel bestehen darf¹¹². Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die Innenhaftung. Infolge der engen Beziehungen zwischen dem geschädigten Unternehmen und dem versicherten Organmitglied besteht hier nämlich die Gefahr kollusiven Zusammenwirkens¹¹³ und der sogenannten „freundlichen Inanspruchnahme“. Derartige Fälle, bei denen es letztlich nicht um die Schadenersatzleistung durch den Schädiger (das Organ) sondern nur um die Leistung des Versicherers geht, können sogar das Tatbestandsmerkmal des (versuchten) Betrugs erfüllen¹¹⁴.

Die D&O-Versicherung ist eine typische Haftpflichtversicherung, der versicherten Person (Organ) muss schuldhaftes pflichtwidriges Verhalten nachgewiesen werden, das zu einem Vermögensnachteil des versicherten Unternehmens oder Dritter führte. Alleine die Behauptung einer offenbar „unvoreilhaft“ Entscheidung reicht dazu allerdings nicht aus. Ist allerdings ein Schaden feststellbar, muss sich das angegriffene Organ „freibeweisen“, d.h. nachweisen, dass die Entscheidung trotz Schadens richtig war (dies gelingt in der Regel nur durch entsprechende Vorlage der für die Entscheidung vorliegenden Unterlagen).

Die Interessenslage aller Beteiligten ist in der Regel derartig vielschichtig und komplex, dass häufig ein Vergleich zwischen allen Beteiligten ausgehandelt wird. Dabei spielt vor allem auch

hinein, dass Unternehmen die Fehlentscheidungen ihrer Organe idR nicht gerne öffentlich (vor Gericht) ausdiskutieren wollen.

Anders gelagert ist dies in jenen Fällen, in denen Fehlentscheidungen sogar zur Auflösung des Organverhältnisses (wie zB fristlose Entlassung des Vorstandmitgliedes) führten. Dazu sei auch erwähnt, dass gemäß der jüngsten Rsp des OGH die Vereinbarung von sogenannten Kopplungsklauseln zulässig ist und somit eine bereits vertragliche Verknüpfung von gesellschaftsrechtlicher Abberufung und Beendigung des Anstellungsverhältnisses nunmehr wirksam ist¹¹⁵.

Zusätzlich kann als Ergänzung zu einer D&O-Versicherung eine „Crime-Versicherung“ (oft Vertrauensschadensversicherung genannt), welche ebenfalls eine Vermögensschadensversicherung ist, abgeschlossen werden. In erster Linie besteht der Zweck einer solchen Crime-Versicherung darin, Unternehmen und deren Tochterunternehmen gegen Vermögensschäden durch kriminelle Handlungen und Malversationen von Mitarbeitern zu schützen. Wirtschaftskriminalität stellt für Unternehmen, insbesondere für dessen finanzielle Stabilität, eine enorme Gefahr dar. Neben einer erheblichen finanziellen Belastung kann Wirtschaftskriminalität weitere drastische Folgen nach sich ziehen, wie beispielsweise Imageverlust, Rufschädigung, Beeinträchtigung von Geschäftsbeziehungen, Verschlechterung des Betriebsklimas, uvm.

Die Begrenzung solcher Vertrauensschäden erfordert ständige Aufmerksamkeit, wie eine sorgfältige Mitarbeiterauswahl und eine gute Unternehmensorganisation. Vollständig ausgeschlossen werden kann das Risiko von kriminalitätsbedingten Schäden jedoch nicht, weshalb der Abschluss einer Crime-Versicherung für solche Fälle sinnvoll ist.

In der Regel umfasst der Versicherungsschutz Vermögensschäden, die dem versicherten Unternehmen durch seine Vertrauenspersonen (Mitarbeiter) entstanden sind, sofern diese Folge krimineller Handlungen sind (zB Diebstahl, Untreue, Betrug, Geldwäsche, Korruption, etc). Als Vertrauenspersonen gelten grundsätzlich alle Mitarbeiter, darunter gegebenenfalls Vorstände, Geschäftsführer, Aufsichtsräte, Verwaltungs- und Beiräte sowie Zeitarbeitskräfte. Ebenso können ausgeschiedene Mitarbeiter vom Schutz erfasst werden.

Vermögensschäden Dritter, die von Vertrauenspersonen verursacht wurden und für die das Unternehmen haftet, können auch gedeckt sein. Weiters kann der Tatbestand des Computermissbrauchs mitversichert sein (sogenannte Cyber

Risk Versicherung). Darunter fallen nicht nur von Vertrauenspersonen verursachte Schäden, sondern auch Schäden, die durch Handlungen Außenstehender (sogenannte Hacker) entstanden sind. Die Ausgestaltung solcher Crime-Versicherungen im Detail kann je nach Versicherungsunternehmen sehr unterschiedlich sein.

5. Entlastung

Die Entlastung der Geschäftsführer oder Vorstände ist als Billigung der Geschäftsführung für die Vergangenheit sowie als Ausdruck des Vertrauens für die Zukunft anzusehen. Die genauen Rechtswirkungen eines Entlastungsbeschlusses sind im Einzelfall zu prüfen und für die GmbH und AG unterschiedlich zu beurteilen. Die Entlastung bezieht sich aber grundsätzlich auf das abgelaufene Geschäftsjahr. Für diese Periode wird pauschal die Geschäftsführung und ihre Kontrolle durch die dazu berufenen Verwaltungsorgane beurteilt. In persönlicher Hinsicht bezieht sich die Entlastung je nach inhaltlicher Ausgestaltung des Entlastungsbeschlusses entweder auf das Geschäftsführungsorgan als Ganzes oder auf einzelne Geschäftsführer bzw Vorstände und Aufsichtsräte (Gesamt- oder Einzelentlastung).¹¹⁶

Im Aktienrecht ist eine Entlastung nur für die gesamte Vorstandstätigkeit als solche zulässig. Die Hauptversammlung muss danach vorbehaltlos über die Entlastung entscheiden, es gibt keine „teilweise oder eingeschränkte“ Entlastung. Ist daher ein einzelnes Fehlverhalten des jeweiligen Vorstandsmitgliedes bekannt, so ist die Hauptversammlung vor die Wahl gestellt, die Fehlerhaftigkeit als kein oder doch als ein Hindernis für ihre Zustimmung zur Erteilung der Entlastung anzusehen. In diesem Sinne ist auch eine bedingte Entlastung oder eine Entlastung unter einem wie immer formulierten Vorbehalt unzulässig.¹¹⁷

5.1. Ermessensspielraum bei der Entlastungsentscheidung

Der entlastende Aktionär hat bei der Entscheidung über die Erteilung oder Verweigerung der Entlastung von Organmitgliedern grundsätzlich ein weites, wenn auch nicht gänzlich freies Ermessen. Eine Entlastung bei subjektiver Kenntnis von objektiv eindeutigen und schwerwiegenden Gesetzes- und Satzungsverstößen der Verwaltungsorgane ist innerhalb der Entlastungsperiode inhaltlich rechtswidrig und auch anfechtbar. Dabei müssen sowohl ein eindeutiger und schwerwiegender Gesetzes- bzw Satzungsverstoß als auch subjektive Kenntnis des Entlastenden kumulativ vorliegen. Grundsätzlich wird man davon auszugehen haben, dass strafrechtlich relevante Handlungen zu Lasten der AG (ins-

besondere Vermögensdelikte) unabhängig von der Schadenshöhe als schwerwiegende Rechtsverletzungen anzusehen sind. Nach österreichischer Rechtsprechung ist nicht ausgeschlossen, dass trotz Erteilung der Entlastung als pauschale Genehmigung einzelne Fehlleistungen erbracht wurden.¹¹⁸

5.2. Rechtswirkungen bei der AG

Der Entlastung im Aktienrecht kommt grundsätzlich keine Verzichts- bzw Präklusionswirkung zu. Die Entlastung von Vorstandsmitgliedern durch die Hauptversammlung stellt daher grundsätzlich nur einen Vertrauensbeweis dar. Dies folgt aus § 84 Abs 4 Satz 3 AktG, wonach die Gesellschaft die ihr gegen die Mitglieder der Verwaltungsorgane aus dem Titel der Pflichtverletzung zustehenden Ersatzansprüche zunächst fünf Jahre hindurch überhaupt nicht und danach nur unter erschwerten Bedingungen ganz oder teilweise nachsehen kann. Anderes gilt nach der Rechtsprechung¹¹⁹ allerdings dann, wenn die Entlastung von allen Aktionären beschlossen wurde. In diesem Fall entfaltet die Entlastung die gleiche Präklusionswirkung wie jene im GmbH-Recht. Gleiches gilt auch bei der Entlastung durch einen Alleingesellschafter. In diesen Fällen besteht daher eine ausnahmsweise Verzichtswirkung auch im Aktienrecht. Schadenersatzansprüche aus Sorgfaltspflichtverletzungen des Vorstandes verjähren gemäß § 84 AktG in 5 Jahren, dies ersetzt die dreijährige Verjährungsfrist des § 1489 ABGB.¹²⁰

5.2.1. Anspruch auf Entlastung

Die Verweigerung der Entlastung stellt die Missbilligung der Geschäftsführung dar und verhindert den Eintritt der mit der Entlastung verbundenen eingeschränkten Präklusionswirkung. Die grundlose Verweigerung der Entlastung berechtigt die betroffenen Organmitglieder dazu, ihr Amt niederzulegen und das Anstellungsverhältnis außerordentlich aufzukündigen. Ob auch eine begründete Verweigerung der Entlastung diese Rechtsfolgen auslöst, ist strittig. Keinesfalls steht aber ein Recht auf Entlastung zu.¹²¹

5.2.2. Entlastung durch den zu Entlastenden

Nach § 125 AktG kann niemand für sich oder für einen anderen das Stimmrecht ausüben, wenn darüber Beschluss gefasst wird, ob er zu entlasten oder von einer Verbindlichkeit zu befreien ist oder ob die Gesellschaft gegen ihn einen Anspruch geltend machen soll. Für Aktien, aus denen ein Aktionär das Stimmrecht nicht ausüben kann, kann das Stimmrecht auch nicht durch einen anderen ausgeübt werden. Zu diesem Stimmrechtsausschluss kommt es dann, wenn über die Entlastung der Verwaltungsmitglieder

einzelnen abgestimmt wird und es um die Entlastung des betreffenden Aktionärs geht. Bei einer gemeinsamen Abstimmung über alle Mitglieder des Verwaltungsorgans (Vorstand bzw Aufsichtsrat) sind alle Aktionäre, die Mitglieder dieses Organs sind, ausgeschlossen, weil es auch um ihre individuelle Entlastung geht.¹²² Beschlüsse, die unter Verletzung eines Stimmverbots zustande gekommen sind, unterliegen grundsätzlich der Anfechtung.

5.2.3. Vertagung der Entlastungsentscheidung

Der Beschluss über die Entlastung ist sowohl bei AG als auch GmbH grundsätzlich innerhalb der ersten 8 Monate des Geschäftsjahrs für das abgelaufene Geschäftsjahr zu fassen. Eine Vertagungsmöglichkeit ist gegeben. Zeitliche Vorgaben für die Nachholung der Entlastung werden nicht gemacht. Es ist allerdings sowohl bei der AG als auch der GmbH eine negative Feststellungsklage denkbar.

5.2.4. Widerruf der Entlastung

Der Begriff des Widerrufs der Entlastung ist dem österreichischen Gesellschaftsrecht weitgehend fremd.

Eine Anfechtung des Entlastungsbeschlusses käme vor allem unter Umständen wegen verfahrensrechtlichen Gründen in Betracht. Der Entlastungsbeschluss ist allerdings eine Ermessensentscheidung der Gesellschafter und daher nicht schon deshalb anfechtbar, weil die Entlastung wegen einer Pflichtwidrigkeit des Geschäftsführers hätte verweigert werden können, sehr wohl aber dann, wenn ein missbräuchliches Stimmverhalten der Mehrheit vorliegt, so zB bei Kollusion zwischen der Mehrheit und dem Geschäftsführer oder wenn die Entlastung wegen der Schwere der Pflichtwidrigkeit unvertretbar ist. Dies ist allerdings strittig und nicht abschließend geklärt.

Die Verzichtswirkung der Entlastung umfasst allerdings nur den Verzicht auf solche Ersatzansprüche, die aus den von der Geschäftsführung offen gelegten Unterlagen und Berichten ersichtlich oder dem Gesellschafter auf andere Weise bekannt geworden sind. Maßgeblich ist demnach zum Entlastungszeitpunkt der Wissensstand der Gesellschafter bzw des Alleinaktionärs einschließlich dessen, was er bei ordentlicher Sorgfalt hätte wissen müssen. Waren diverse Pflichtverletzungen zum Zeitpunkt der Entlastungsentscheidung daher nicht bekannt bzw erkennbar, muss auch kein Widerruf vorgenommen werden, da diese Tatbestände nicht von der Verzichtswirkung umfasst sind.

5.3. Zusammenfassung

Die Entlastung von Verwaltungsorganen kann sowohl bei der GmbH als auch der AG Verzichtswirkung auf allfällige Schadensersatzansprüche entfalten. Der Entlastende hat daher sorgfältig zu prüfen, ob eine Entlastung verweigert oder allenfalls vertagt werden muss. Liegen schwerwiegende Sorgfaltsverstöße der zu entlastenden Verwaltungsorgane vor, besteht kein Ermessensspielraum bei der Entlastungsentscheidung. Es ist dann zu prüfen, ob nach Verweigerung der Entlastung eine Schadenersatzklage gegen das jeweilige Verwaltungsorgan einzubringen ist.

6. Ausblick

Die dargestellten Rechtsgrundlagen zeigen, dass das ursprünglich sehr weiche österreichische Haftungsrecht sukzessive, auch wesentlich unter deutschem Einfluss, angescharft wurde. Mittlerweile sind reale Haftungsgefahren für Konzernvorstände gegeben, welche nur bei Einhaltung der aufgezeigten Kriterien der Aufsichtspflicht vermieden werden können.

Die aufgezeigte compliancerechtliche Grundlage führt zur Schlussfolgerung, dass Prophylaxe besser ist als Haftung. Voranzutreiben ist daher der Aufbau vernünftiger Regelwerke sowie die Einrichtung möglicher Absicherungsmaßnahmen wie etwa geeigneter Versicherungen, welche bei Eintritt von Schädigungen – ex ante betrachtet – nach Möglichkeit wesentlich günstiger, besser und nervenschonender sind als nachträgliche Haftpflichtprozesse gegen Organe.

Das Motto muss daher lauten: Ausgaben für Compliance und vorsorgliche Absicherung ersparen spätere höhere Aufwendungen für Versuche, durch Rechtsgutachten und Prozesse unliebsame Rechtsfolgen zu beseitigen.

Literatur- und Quellenverzeichnis:

- 1 Dieser Beitrag befasst sich ausschließlich mit den umfangreichen und an Komplexität stetig zunehmenden gesellschaftsrechtlich relevanten Themen zur Haftung der Vorstände. Dabei erfolgt eine besondere Berücksichtigung der sich in den letzten Jahren in Österreich immer weiter vertiefenden Problematik der Corporate Compliance bzw der damit verbundenen Entwicklung des Österreichischen Corporate Governance Kodex; zusätzlich erfolgt ein kurzer Exkurs ins Versicherungsrecht zum Thema der immer weiter verbreiteten D&O-Versicherungen. Zivilrechtliche Fragen wie zB zum Thema einer Gefährdungshaftung aus dem Eisenbahn und Kraftfahrzeughaftpflichtgesetz (EKHG) werden hingegen nicht angesprochen.
- 2 Ratka/Ranter, Handbuch Vorstands- und Geschäftsführerhaftung, facultas.wuv 2011, RN 9/27
- 3 Vgl Strasser in Jabornegg/Strasser, AktG II5 § 77 - 84 Rz 95 und 100; Nowotny in Doralt/Nowotny/Kalss, Kommentar zum AktG 2003, § 84 AktG Rz 4; für die

- GmbH wird der Sorgfaltsmaßstab der Geschäftsführer in § 25 Abs 1 GmbHG normiert. Die Sorgfalt eines ordentlichen Geschäftsmannes nach dem GmbHG ist grundsätzlich gleich auszulegen wie im Aktienrecht; vgl Ratka/Ranter in Ratka/Ranter, Handbuch Geschäftsführerhaftung² Rz 2/36; Reich-Rohrwig in Straube, WK zum GmbHG § 25 Rz 24.
- 4 OGH 21.12.2010, 8 Ob 6/10f= GesRZ2011, 230 (Ratka).
 - 5 OGH 12.4.2002, 8 Ob A 98/00w = RdA 2002/41.
 - 6 Vgl Reich-Rohrwig in Straube, WK zum GmbHG § 25 Rz 249.
 - 7 Vgl Runggaldier - Schima, Die Rechtsstellung von Führungskräften 234 ff.
 - 8 Vgl Resch in GesRZ 2000, 2 mwN
 - 9 Vgl Resch in GesRZ 2000, 2 mwN
 - 10 Nowotny in Doralt/Nowotny/Kalss, AktG § 70 Rz 24
 - 11 Ratka/Ranter, Handbuch Vorstands- und Geschäftsführerhaftung, facultas.wuv 2011 (auch an anderen Stellen)
 - 12 Kalss in Kalss/Nowotny/Schauer, Österr. Gesellschaftsrecht (2008), Rz 3/24
 - 13 OGH 3 Ob 536/77
 - 14 Strasser in Jabornegg/Strasser, §§ 77-84 Rz 100
 - 15 OGH 1 Ob 179/73
 - 16 Kalss in Kalss/Nowotny/Schauer, Rz 3/416
 - 17 Kalss, ebenda
 - 18 OGH 2 Ob, 50/88 u.a.
 - 19 Nowotny in Doralt/Nowotny/Kalss, AktG § 84 Rz 24
 - 20 Nowotny in Doralt/Nowotny/Kalss, § 84 AktG Rz 38
 - 21 OGH 2 Ob 356/74 u.a.
 - 22 Kalss in Kalss/Nowotny/Schauer, Rz 3/323 u.a.
 - 23 Nowotny in Doralt/Nowotny/Kalss, § 84 AktG Rz 11
 - 24 Kalss in Münchener Kommentar 3. Aufl Bd. II zum AktG § 76 Rz 120
 - 25 Ratka/Ranter, Handbuch Vorstands- und Geschäftsführerhaftung, 2011, S. 485 Rz 9/178
 - 26 Strasser in Jabornegg/Strasser, AktG §§ 77-84 Rz 67
 - 27 Kastner/Doralt/Nowotny, Grundriss österr. Gesellschaftsrecht, 5. Auflage (1990), 263
 - 28 Kalss in Kalss/Nowotny/Schauer, Rz 3/402 u.a.
 - 29 wie zu 27
 - 30 Nowotny in Doralt/Nowotny/Kalss, § 84 AktG Rz 8 u.a.
 - 31 OGH 1 Ob 144/01k u.a.
 - 32 OGH 3 Ob 34/97i, Ecolex 1998, 774
 - 33 OGH 5 Ob 306/76
 - 34 Ratka/Rauter, RN 9/322
 - 35 Strasser in Jabornegg/Strasser, §§ 77-94 AktG Rz 122 u.a.
 - 36 Kalss in Kalss/Nowotny/Schauer Rz 3/411
 - 37 Strasser in Jabornegg/Strasser, §§ 77-94 AktG Rz 105 u.a.
 - 38 OGH 5 Ob 306/76
 - 39 Kalss in Kalss/Nowotny/Schauer, Rz 3/434
 - 40 Strasser in Jabornegg/Strasser, §§ 77-94 AktG Rz 112f u.a.
 - 41 OGH 2 Ob 591/94
 - 42 Kalss, ÖBA 2000, 656
 - 43 Vgl insgesamt auch Feltl/Pucher in RDB zu Corporate Compliance
 - 44 Ausf dazu Eisele in Schimansky/Bunte/Lwowsky, Bankrechts-Handbuch, 2. Auflage (2001) § 109 Rz 1 ff; s auch Fleischer in Fleischer, Handbuch des Vorstandsrechts (2006) § 8 Rz 41; Fleischer, Vorstandsverantwortlichkeit und Fehlverhalten von Unternehmensangehörigen - Von der Einzelüberwachung zur Errichtung einer Compliance-Organisation, AG 2003, 291.
 - 45 Vgl Lösler, Compliance im Wertpapierdienstleistungskonzern (2003) 14.
 - 46 Vgl Linklater/McElyea, Die Auswirkung von Corporate Compliance Codes auf die strafrechtliche Haftung eines Unternehmens unter den US-amerikanischen Federal Sentencing Guidelines, RIW 1994, 117.
 - 47 Vgl Fleischer, AG 2003, 291.
 - 48 Vgl Küting/Busch, Zum Wirrwarr der Überwachungs-begriffe, DB 2009, 1361 mwN.
 - 49 Vgl Bürkle, BB 2005, 565.
 - 50 Vgl Reichert/Ott, Non Compliance in der AG - Vorstandspflichten im Zusammenhang mit der Vermeidung, Aufklärung und Sanktionierung von Rechtsverstößen, ZIP 2009, 2173 mwN.
 - 51 Vgl Kalss in Kalss/Nowotny/Schauer, Österr Gesellschaftsrecht (2008) Rz 3/334 mwN.
 - 52 Vgl Kalss in Kalss/Nowotny/Schauer, Gesellschaftsrecht Rz 3/334; J. Zehetner/U. Zehetner, Corporate Compliance - Eine Einführung, GBU 2009/11/11; Kittelberger, External Reporting als Pflicht zum Whistleblowing, ÖBA 2007, 90.
 - 53 Vgl J. Hüffer/U. H. Schneider, Juristen an die Compliance-Front!, ZIP 2010, 55; Reichert/Ott, ZIP 2009, 2173.
 - 54 Vgl Reichert/Ott, ZIP 2009, 2173.
 - 55 Vgl Eisele, Insiderecht und Compliance, WM 1993, 1021; Lucius, Zum Standard Compliance Code 2008 der österreichischen Kreditwirtschaft, ÖBA 2008, 456.
 - 56 Lösler, Das moderne Verständnis von Compliance im Finanzmarktrecht, NZG 2005, 104.
 - 57 Hinzu kommen FMABG (BGBl I 2002/97), welche den Vorstand der FMA zur Errichtung einer internen Compliance-Ordnung verpflichtet, und ÜbG (BGBl I 2006/75), zuvor gab es lediglich eine Verordnungsermächtigung seitens der ÜbK, vgl Diregger/Kalss/Winner, Das österreichische Übernahmerecht (2002) Rz 85. Darüber hinaus findet er sich in einigen Verordnungen, bezeichnenderweise auch in der FH-Gesundheits- und Krankenpflege- Ausbildungsverordnung (vgl FN 11).

- 58 Zu den Hintergründen Lucius, Der Standard Compliance Code des österreichischen Kreditwesens, ÖBA 1993, 148 (148); Hausmaninger, Organisatorische Maßnahmen zur Verhinderung missbräuchlicher Verwendung oder Weitergabe von Insiderinformationen nach der BörseGNov 1993, 854.
- 59 Zu anderen Marktteilnehmern, insb Versicherungsunternehmen und Pensionskassen siehe Kalss/Oppitz/Zollner, Kapitalmarktrecht § 22 Rz 38 ff.
- 60 Lucius, ÖBA 2008, 458 ff.
- 61 Lucius, ÖBA 2008, 459 ff.
- 62 BGBl I 2005/151.
- 63 Vgl Hilf/Zeder in WK2 VbVG § 3 Rz 1 ff.
- 64 Vgl Lewisch, Zauberwort Compliance? (2012), S 6; Hilf/Zeder in WK2 VbVG § 3 Rz 22 ff.
- 65 Vgl Lewisch, Zauberwort Compliance? (2012), S 6; Hilf/Zeder in WK2 VbVG § 3 Rz 33 ff.
- 66 Vgl Dürager/Leiter in Napokoj, Risikominimierung durch Corporate Compliance(2010), Rz 1104.
- 67 Vgl Lewisch, Zauberwort Compliance? (2012), S 8.
- 68 Vgl Lewisch, Zauberwort Compliance? (2012), S 8.
- 69 Vgl Hauschka in Hauschka, Corporate Compliance - Handbuch der Haftungsvermeidung im Unternehmen (2007) § 1 Rz 1 ff.
- 70 Haberer, Corporate Governance (2003) 4 f, 13 f.
- 71 Vgl Hauschka in Hauschka, Corporate Compliance § 1 Rz 1 ff; s auch Bergmoser/Gushurst, Corporate Compliance - Grundlagen und Umsetzung, BBSpecial Compliance 2008, 1.
- 72 Vgl Nowotny, Forschung und Entwicklung - Corporate Governance und Fragen der Verantwortung, in Bertl/Leitner/Riegler, Forschung und Entwicklung (2006) 294.
- 73 Nowotny in Bertl/Leitner/Riegler 294. Die Betriebswirtschaftslehre spricht in diesem Zusammenhang vom GRC-Ansatz, der eine ganzheitliche Integration dieser 3 Begriffe verfolgt, dazu und allgemein zum Einfluss wirtschaftswissenschaftlicher Überlegungen auf die rechtswissenschaftliche Diskussion, Kort, Verhaltensstandardisierung durch Corporate Compliance, NZG 2008, 81.
- 74 Haeseler, RWZ 2005, 237.
- 75 Hauschka in Hauschka, Corporate Compliance § 1 Rz 28; Preußner, Risikomanagement und Compliance in der Aktienrechtlichen Verantwortung unter Berücksichtigung des Gesetzes zur Modernisierung des Bilanzrechts, NZG 2008, 574.
- 76 Hauschka in Hauschka, Corporate Compliance § 14 Rz 4.
- 77 Vgl Kort, NZG 2008, 82.
- 78 Vgl Strasser in Jabornegg/Strasser, AktG, 4. Auflage, §§ 77 - 84 Rz 15.
- 79 Vgl Kalss in MünchKommAktG, 3. Auflage, § 91 Rz 60; Mandl, RWZ 1997, 356.
- 80 Vgl Kalss in MünchKommAktG, 3. Auflage, § 91 Rz 61; Kalss in Krejci-FS 699; Büchele, GesRZ 2003, 221; s auch Füser/Gleißner/Meier, Risikomanagement (KonTraG) - Erfahrungen aus der Praxis. DB 1999, 753.
- 81 Vgl zum GmbH-Geschäftsführer OGH 28. 6. 1990, 8 Ob 624/88; s auch OGH 5. 5. 1954, 2Ob286/54.
- 82 S dazu auch jüngst Wilsing/Ogorek, Kündigung des Geschäftsführer-Anstellungsvertrags wegen unterlassender Konzernkontrolle, NZG 2010, 216 mwN.
- 83 Vgl Nowotny in Doralt/Nowotny/Kalss, AktG (2003) § 70 Rz 17; s auch Hommelhoff/Mattheus, Corporate Governance nach dem KonTraG, AG 1998, 249.
- 84 Vgl Büchele, GesRZ 2003, 221, der diesen Pflichtenkreis aus dem allg Risikomanagement ableitet.
- 85 Vgl Felzl, Die Leitungsverantwortung des Vorstands im Konzern, ecolex 2010, 358; s auch Lösler, Spannungen zwischen der Effizienz der internen Compliance und möglichen Reporting-Pflichten des Compliance Officers, WM 2007, 676.
- 86 Vgl Reich-Rohrwig, GmbHR I, 2. Auflage (1997) Rz 2/315; s auch Lösler, WM 2007, 676.
- 87 S auch Felzl, ecolex 2010, 358.
- 88 Vgl Fleischer in Fleischer, Handbuch Vorstandsrecht § 8 Rz 43; Fleischer, AG 2003, 291.
- 89 Vgl Rönnau/Schneider, Der Compliance-Beauftragte als strafrechtlicher Garant, ZIP 2010, 53; Reichert/Ott, ZIP 2009, 2173; Vetter in Wecker/van Laak, Vorstandsrecht § 8 Rz 43; Fleischer, AG 2003, 291; U. H. Schneider/S. H. Schneider, ZIP 2007, 2061.
- 90 Vgl Felzl, ecolex 2010, 358; s auch U. H. Schneider/S. H. Schneider, ZIP 2007, 2061.
- 91 Vgl Felzl, Zum Begriff des „wichtigen“ Abberufungsgrundes gemäß § 75 Abs 4 AktG, SWK 2008, W 49; s auch BGH WM 1995, 709, 710.
- 92 Vgl U. H. Schneider, ZIP 2003, 645; Bürkle, BB 2005, 565; Lösler, WM 2007, 676.
- 93 Vgl Fleischer in Fleischer, Vorstandsrecht § 8 Rz 44; Hauschka, NJW 2004, 257; Lösler, NZG 2005, 104.
- 94 Ausf dazu Felzl, Ressortverteilung und Überwachungspflichten zwischen Vorstandsmitgliedern, AR aktuell 2/2010, 10; s auch Strasser in Jabornegg/Strasser, AktG, 4. Auflage, §§ 77 - 84 Rz 17.
- 95 Vgl Hüffer/U. H. Schneider, Juristen an die Compliance-Front, ZIP 2010, 55; s auch Bürkle, BB 2005, 565.
- 96 Vgl Lösler, WM 2007, 676 mwN.
- 97 Vgl Fleischer in Fleischer, Vorstandsrecht § 8 Rz 44; Hauschka, NJW 2004, 257.
- 98 Bürkle in Hauschka, Corporate Compliance - Handbuch der Haftungsvermeidung im Unternehmen (2007) § 8 Rz 2.
- 99 Vgl J. Zehetner/U. Zehetner, GBU 2009/11/11; s auch Rönnau/Schneider, ZIP 2010, 53; Reichert/Ott, ZIP 2009, 2173; Vetter in Wecker/van Laak, Compliance 37; Fleischer in Fleischer, Vorstandsrecht § 8 Rz 45.
- 100 Vgl Haeseler, RWZ 2005, 235; s auch Fleischer in Fleischer, Vorstandsrecht § 8 Rz 44 f; Bürkle, BB 2005, 565; Reichert/Ott, ZIP 2009, 2173 mwN.
- 101 Vgl Hauschka in Hauschka, Corporate Compliance - Handbuch der Haftungsvermeidung im Unternehmen (2007) § 1 Rz 1 ff; Reichert/Ott, ZIP 2009, 2173; Fleischer, AG 2003, 291; Kort in GroßKommAktG, 3. Auflage (2006) § 91 Rz 65 ff.

- 102 Vgl Kalss in Kalss/Nowotny/Schauer, Gesellschaftsrecht (2008) Rz 3/334.
- 103 Auf die Verwandtschaft von privaten AGs und Familiengesellschaften zu GmbHs im Unterschied zu börsenotierten Gesellschaften ist in diesem Zusammenhang hinzuweisen, vgl Kalss in Kalss/Nowotny/Schauer, Gesellschaftsrecht Rz 3/13ff.
- 104 Genauer Bürkle in Hauschka, Corporate Compliance - Handbuch der Haftungsvermeidung im Unternehmen (2007) § 8 Rz 3 ff; s auch Küting/Busch, DB 2009, 1361; Bergmoser/Gushurst, BB-Special Compliance 2008, 1 ff. Zur Haftung des Compliance Officers vgl Favoccia/Richter, Rechte, Pflichten und Haftung des Compliance Officers aus zivilrechtlicher Sicht, AG 2010, 137; s dazu auch BGH 17. 7. 2009 - 5 StR 394/08, AG 2009, 740.
- 105 Vgl U.H. Schneider, ZIP 2003, 645 (649 f); genauer Lampert in Hauschka, Corporate Compliance - Handbuch der Haftungsvermeidung im Unternehmen (2007) § 8 Rz 3 ff.
- 106 Vgl J Hüffer/U. H. Schneider, Juristen an die Compliance Front, ZIP 2010, 55.
- 107 Dieses Kapitel ist gerade aus gesellschaftsrechtlicher Sicht als bloßer Einstieg in einen Fragenkreis zu verstehen, der gewiss noch tiefergehender Betrachtung bedarf.
- 108 Kalss/Oppitz/Zollner, Kapitalmarktrecht § 22 Rz 55.
- 109 Gruber/Mitterlehner/Wax, D&O-Versicherung mit internationalen Bezügen (Beck 2012) zu § 3 Rn10
- 110 Gruber/Mitterlehner/Wax, das Claims-Made-Prinzip, wbl 2012, 16,
- 111 wie zu 96
- 112 Sieg in Terbille (Hrsg), Münchner Anwalts-Handbuch Versicherungsrecht, 2.Aufl. 2008 § 17 RN 106
- 113 Wie zu 95
- 114 Wie zu 98, § 17 RN 108
- 115 OGH 29.1.2010, 1 Ob 190/09m
- 116 Vgl BydUnski/Potyka in Jabornegg/Srasser, AktG II5 § 104 Rz 31 ff; Enzinger in Straube, WK zum GmbHG § 35 Rz 34; Koppensteiner/Rüfßer, GmbHG3 § 35 Rz 17.
- 117 BydUnski/Potyka in Jabornegg/Strasser, AktG II5 § 105 Rz 34. Vereinzelt tendieren Literaturmeinungen zur Möglichkeit einer Teilentlastung auch bei der AG: vgl insb Nowotny, Managerverantwortung: Entlastung unter Vorbehalt?, RdW 1996, 457, der eine Einschränkung bzw Möglichkeit der Teilentlastung dort sieht, wo sich unmittelbar oder mittelbar alle Aktien in einer Hand vereinigen. Nowotny verweist insoweit aber auf zwei deutsche, nicht höchstgerichtliche Entscheidungen und eine nicht ganz eindeutige deutsche Literaturstelle (OLG Düsseldorf, 22.2.1996, AG 1996, 273, 275; OLG Stuttgart, 1.12.1994, AG 1995, 236; Barz, Großkommentar zum dtAktG § 120 Rd 5). In der deutschen Literatur vertritt Hüffer, dtAktG § 120 Rd 12, einen Teilungsansatz in der Weise, dass jedenfalls die Amtsführung im Kern gerade nicht ausgeklammert werden könne.
- 118 Vgl OGH 8.5.2008, 6 Ob 28/08y = GesRZ 2008, 304 = RdW2008/594 = wbl 2008/259.
- 119 OGH 3.7.1975, 2 Ob 356/74, SZ 48/79; zuletzt bestätigt durch OGH 8.5.2008, 6 Ob 28/08y - GesRZ 2008, 304 = RdW 2008/594 = wbl 2008/259.
- 120 Es gilt jedoch trotzdem die objektive Verjährungsfrist für den Bereich der Ansprüche nach § 84 AktG mit der durch § 1485 iVm § 1472 ABGB verfügten Modifikation (40 Jahre).
- 121 Vgl Nowotny, RdW 1996, 457; Koppensteiner/Rüffler, GmbHG3 § 35 Rz 20; Enzinger in Straube, WK zum GmbHG § 35 Rz 46; OGH 26.6.1996, 7 Ob 2006/96t = JBl 1997, 114 = ecolx 1997, 27 (Zeheiner).
- 122 BydUnski/Potyka mJabornegg/Strasser, AktG n5 § 125 Rz 3.

Auswirkungen der Energiewende auf die Österreichische Energiepolitik

Die Atomkraftwerks-Katastrophe von Fukushima war ein letzter Anstoß zu einer Energiewende, welche beispielsweise Deutschland veranlasste, ein Programm zum Ausstieg aus der Atomenergie zu entwickeln. Besonders aber wurden neuerlich alternative Varianten der Energieerzeugung forciert, etwa durch verstärkte Förderung der Stromerzeugung aus Wind und Sonne. All das erfordert auch neue Strukturen des Stromtransports und der Verteilung von Elektroenergie, wobei auf diesem Sektor bedauerlicherweise sogar europaweit Rückstände aufgetreten sind, ganz zu schweigen von Österreich, wo der Ausbau des Hochspannungsnetzes durch die Überdehnung von Genehmigungsfristen, die man nicht mehr in Jahren, eher in Jahrzehnten messen muss, gleichsam von einem Notstand zum nächsten taumelt. Um hier eine aktuelle Schau zu vermitteln, sprach der Vorstand der Energie - Control Austria, **Mag. Martin Graf**, zu obigem Thema am 13. Juni 2012 im Rahmen des Vortragszyklus „Verkehrsinfrastruktur“, veranstaltet von der Sparte Industrie der Wirtschaftskammer Österreich, der Vereinigung der Österreichischen Verladenden Wirtschaft, der Bundesvereinigung Logistik Österreich und der Österreichischen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft im Haus der Kaufmannschaft am Wiener Schwarzenbergplatz.

Die Anlagen der Erzeugung und Verteilung von Elektroenergie sind sehr langlebige Güter. So sind durchaus gebrauchsfähige Wasserkraftwerke in Österreich bereits 100 Jahre und mehr alt und leisten noch immer wertvolle Dienste. Österreich ist wirtschaftshistorisch hinsichtlich der Erzeugung von Elektroenergie ein typisches Wasserkraftland mit thermischer Ergänzung, da etwa wegen eines verringerten Wasserdargebots im Winter bei dem zu dieser Zeit größeren Strombedarf die geringere Stromerzeugung aus Wasserkraft durch den Einsatz von Dampfkraftwerken ergänzt werden muss. Die nun vermehrt zum Einsatz kommenden Sonnen- und Windkraftwerke schaffen zu diesem traditionellen Bild von Erzeugung und Verbrauch neue Disparitäten, weil eben der Strom in Sonnen- und Windkraftwerken dann erzeugt wird, wenn die Sonne scheint und der Wind weht und nicht exakt zu den Zeiten, wo der Strom verbraucht wird. Strom ist in direkter Manner nicht speicherbar: was erzeugt wird, muss umgehend auch verbraucht werden. Wenngleich Strom aus Wind- und Sonnenenergie dezentral erzeugt wird und der Verbrauch ja grundsätzlich

ebenso dezentral erfolgt, entsteht zusammen mit der stoßweisen Erzeugung (wann eben der Wind weht) die Notwendigkeit zum Abtransport großer Strommengen nicht nur zu Normalverbrauchern, sondern zu Verbrauchern der zeitweise großen Überschussmengen, beispielsweise zu den Pumpspeicherkraftwerken in den Alpen. Damit werden – und zwar europaweit – neue, große Leitungskapazitäten benötigt und das teils über große Distanzen (Windstrom von der Nordsee zu den Pumpspeicherkraftwerken in den Alpen). Kurioserweise blockieren gar nicht so selten die politischen Kräfte, welche die Erzeugung von Alternativenergie aus Sonne und Wind fordern und auch die erheblichen finanziellen Förderungen dafür durchsetzen, die für die sinnvolle Verwertung nötigen Leitungsbauten (wie eben jetzt beim Bau der 380 KV – Leitung Salzburg – Kaprun zur Nutzung der dortigen Pumpspeicher - Kapazitäten).

Am Strommarkt ist auch in den letzten Jahren ein Wandel eingetreten: wie in jedem reifen, entwickelten Markt orientierte sich auch der Strommarkt nach der Nachfrage. Die Lissabon - Verträge von 1998 haben innerhalb der EU zur Öffnung der regionalen Märkte geführt, die alten Monopole wurden abgebaut und es entstand damit ein freier, durch regulierende Instanzen überwachter Markt. Dazu kam die Steigerung der Effizienz bei der Stromerzeugung, etwa durch Kraft- / Wärme - Kupplungen. Andererseits wurde auch die Effizienz der Energieverwendung gesteigert, wenngleich die deutliche Bestrebung der Politik, die Zunahme des Bruttoinlandsprodukts (BIP) von der Zunahme des Energieverbrauchs abzukoppeln, in praktisch allen Staaten der EU misslungen ist! Auch in Österreich ist dies so, wobei nach unserer Verfassung die Versorgung mit Elektroenergie rechtlich Landessache ist und damit eine politische Aufsplitterung der Lenkung besteht. Es kommt dadurch schon in unserem kleinen Land zu einem häufig unkoordinierten Vorgehen.

Die in einer freien Wirtschaft logische Ausrichtung der Erzeugung nach den Verbrauchern wurde in der Sparte Elektroenergie in jüngster Vergangenheit umgedreht in eine Angebotsorientierung. Dies ist auf die massive Förderung der Stromerzeugung aus alternativen Energiequellen (Wind, Sonne, Biomasse) zurückzuführen. In manchen Staaten bzw. bei manchen Energiequellen ist die Förderung so hoch, dass Investoren durch garantierte Abnahmepreise über lange Zeit zu Renditen gelangen, die massiv Kapital anziehen und zur rasanten Vermehrung der Erzeugungsanlagen auf diesem Sektor führen. So hat Deutsch-

land es verabsäumt, die Förderungen zu begrenzen (wie die „Deckelung“ in Österreich), so dass die Stromerzeugung aus Windenergie an der Nord- und Ostsee in kurzer Zeit Dimensionen erreichte, welche dort regional weitaus nicht benötigt werden. Nach dem Ohm'schen Gesetz fließen die Strommengen in die nachbarlichen Netze nach Polen und den Niederlanden, was dort zu Überlastungen führt. Andererseits fehlen die Hochspannungsleitungen zu den großen Verbrauchszentren in Süddeutschland bzw. zu den Pumpspeicherkraftwerken in den Alpen. Da in Deutschland ähnliche Probleme bei der Genehmigung von Hochspannungsleitungen, wie in Österreich, bestehen, man aber in kurzer Zeit zur Ableitung der Strom – Überschüsse mit einem Mittlereinsatz von 57 Mrd. € 2.600 km an Höchstspannungsleitungen bauen muss, beschränkt man nun gesetzlich die Dauer von Genehmigungsverfahren für solche Leitungen auf maximal 3 Jahre. Die Förderung von Alternativenergie will man deswegen nicht einschränken, weil man den Ausstieg aus der Atomkraft zu bewerkstelligen hat und dabei auf diese alternativen Energien setzt. Auch die EU erkennt die Brisanz dieser Situation und überlegt bereits konkret eine Richtlinie hinsichtlich des Energie – Ausbaus. Auch in der Energiepolitik wird man mehr europäische Koordination brauchen zur Überwindung einer nicht mehr ganz passenden national dominierten Politik.

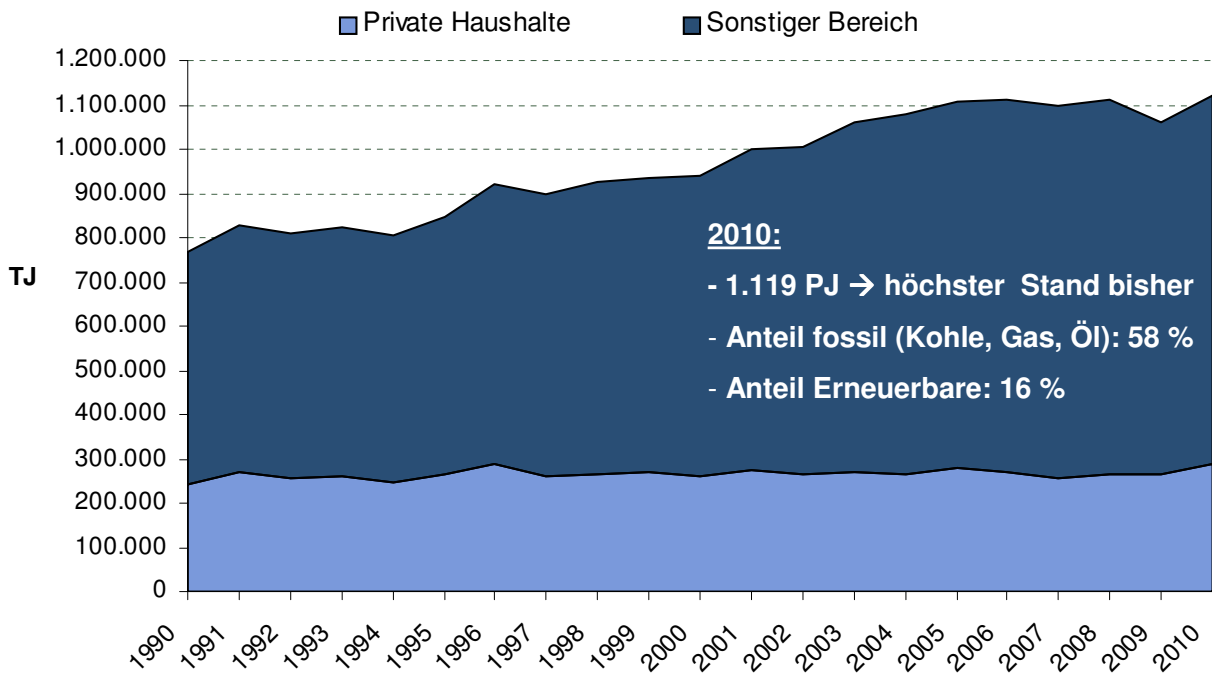
Bisher hat die EU die Ziele einer europäischen Energiepolitik definiert, nämlich die Erhöhung der Energie – Effizienz um 20%, die Reduktion des CO² - Ausstoßes um 20% und die Erhöhung des Anteils an erneuerbarer Energie auf 20%, alles bis 2020! Aber die europäische Koordination hat durchaus ihre Tücken: Will Deutschland (und auch die Schweiz) sich von der Erzeugung von Atomstrom verabschieden, so setzt im Gegensatz dazu Frankreich, aber auch Tschechien und Finnland ganz bewusst auf Atomstrom und dessen Ausbau. 17 EU – Länder erzeugen Atomstrom, einen billigen Bandstrom, jedenfalls nach deren Kalkulation. Von den thermischen, mit fossilen Brennstoffen beheizten Kraftwerken sind die Gaskraftwerke die ökologisch besten mit den geringsten CO² - Emissionen, aber wegen der Bindung des Gaspreises an den stark gestiegenen Preis von Rohöl, wie das besonders Russland als Gaslieferant praktiziert, sind Gaskraftwerke unwirtschaftlich geworden (die Verbundgesellschaft stellt eben das große Gaskraftwerk Mellach in der Steiermark fertig und muss deswegen noch vor der Inbetriebnahme eine Sonderabschreibung für dieses Kraftwerk, das allein 1 Mrd. m³ Gas pro Jahr verbrauchen wird, vornehmen!). Die „dreckigen“ alten Braunkohlenkraftwerke in Ostdeutschland hingegen sind jetzt besonders wirtschaftlich. Daran ändert auch der

Handel mit Emissionsrechten derzeit kaum etwas. Wasserkraftwerke zu bauen, wir wissen das zur Genüge, ist wegen der Aktionen der „Umweltbewussten“ immer weniger möglich.

Österreich sollte wieder in die Lage kommen, wie früher, so viel Strom zu erzeugen, wie wir brauchen. Das jahrzehntelange Strom – Exportland Österreich wurde seit 2002 zum strukturellen Importland, wobei man, was physikalisch gar nicht geht, den Import von Atomstrom gesetzlich verbieten möchte. Unsere Politik sollte sich überlegen, ob man nicht nur zur Erhöhung der Versorgungssicherheit, sondern auch gleichsam zur ökonomischen Nutzung ausländischer zeitweiser Stromüberschüsse und deren Verwandlung in Spitzenstrom, den man zu höheren Preisen reexportieren kann, bewusst zusätzliche Pumpspeicherkraftwerke, natürlich samt den zusätzlichen Übertragungsleitungen bauen sollte. Das macht ökonomisch viel Sinn und hilft einer europäischen Stromwirtschaft, wenn sie sich, wie in Deutschland jetzt begonnen, vom Atomstrom hin zu erneuerbaren Energieformen bewegt. Grundvoraussetzung dafür wäre, das „Mauern der Grünbewegten“ gegen jedes Bauwerk der Energiewirtschaft zu überwinden und zwar ganz im Sinne der weiteren Ermöglichung des Vormarsches erneuerbarer Energieformen. Niemand muss dabei Übertreibungen größerer Art fürchten, weil es für alles natürliche Grenzen gibt. So ist die Zunahme von Biomassekraftwerken, die Holz nutzen, beschränkt durch die Nachfrage der Papierindustrie nach demselben Rohstoff Holz.

Man muss auch von der Politik verlangen davon Abstand zu nehmen, in der Öffentlichkeit auftauchende und völlig unvernünftige, vermeintlich populäre Forderungen aufzugreifen. So wird in Kärnten seitens der Landespolitik überlegt, die E – Wirtschaft zu zwingen, alle bestehenden 110 KV – Leitungen zu verkabeln. Das ist glatter Unsinn! Das reduziert die Versorgungssicherheit, weil unterirdische Kabel nur schwer zu kontrollieren sind, aber vor allem ist das so teuer, dass die Netzkosten den Strompreis in einem Ausmaß in die Höhe treiben, dass der Wirtschaftsstandort in nachhaltiger Weise gefährdet wird.

Der gesamte Energieverbrauch in Österreich betrug, gemessen als energetischer Endverbrauch, 2010 insgesamt 1.119 Petajoule und ist trotz der wirtschaftlichen Krise 2008/09 der bisher höchste Verbrauchswert überhaupt. Der Anteil fossiler Energieträger (Öl, Kohle, Gas) beträgt davon 58%. Die erneuerbaren Energieträger haben, trotz Wasserkraft, daran nur einen Anteil von 16%. Deshalb nehmen bei uns auch die Treibhausgas - Emissionen zu und das vielbeschwo-rene Kyoto - Ziel scheint unerreichbar zu sein bei diesem großen Anteil fossiler Energieträger.



Quelle: Statistik Austria 2012

Abb. 1: Gesamtenergieverbrauchsentwicklung in Österreich 1990-2010

Wenn man die Stromerzeugung in Österreich nach ihrer Energiequelle betrachtet, stammt gegenwärtig die Elektroenergie zu 51% aus Wasserkraft, zu 35% aus Wärmekraft und zu 3% aus Windkraft (11% stammen aus sonstiger Erzeugung, wie Biomasse, Hochofengas etc.). Man sieht, wie niedrig bereits der Anteil der Wasserkraft geworden ist. Der Anteil an Windenergie ist nicht so groß, wird aber wieder zunehmen, besonders im Weinviertel und im Nordburgenland. Für das Weinviertel bestehen Ausbaupläne für eine Kapazität von 1.200 MW (ca. 600 neue Windräder?).

Der Ausbau der Wasserkraftwerke findet gegenwärtig statt durch den Umbau bestehender Kraftwerke mit dem Ziel der Erreichung einer höheren Energieausbeute. Das eine oder andere neue Laufkraftwerk an Salzach und Mur kommt noch dazu, ein Innkraftwerk an der Grenze zur Schweiz steht vor der Genehmigung. Die Chance für Österreich ist aber die Errichtung von Pumpspeicherkraftwerken zur Veredelung (oft ausländischer) Überschussenergie. Potentiale für solche Pumpspeicherkraftwerke liegen in Nordtirol, Osttirol, im Pinzgau und teils auch an der Donau (Mühlviertel).

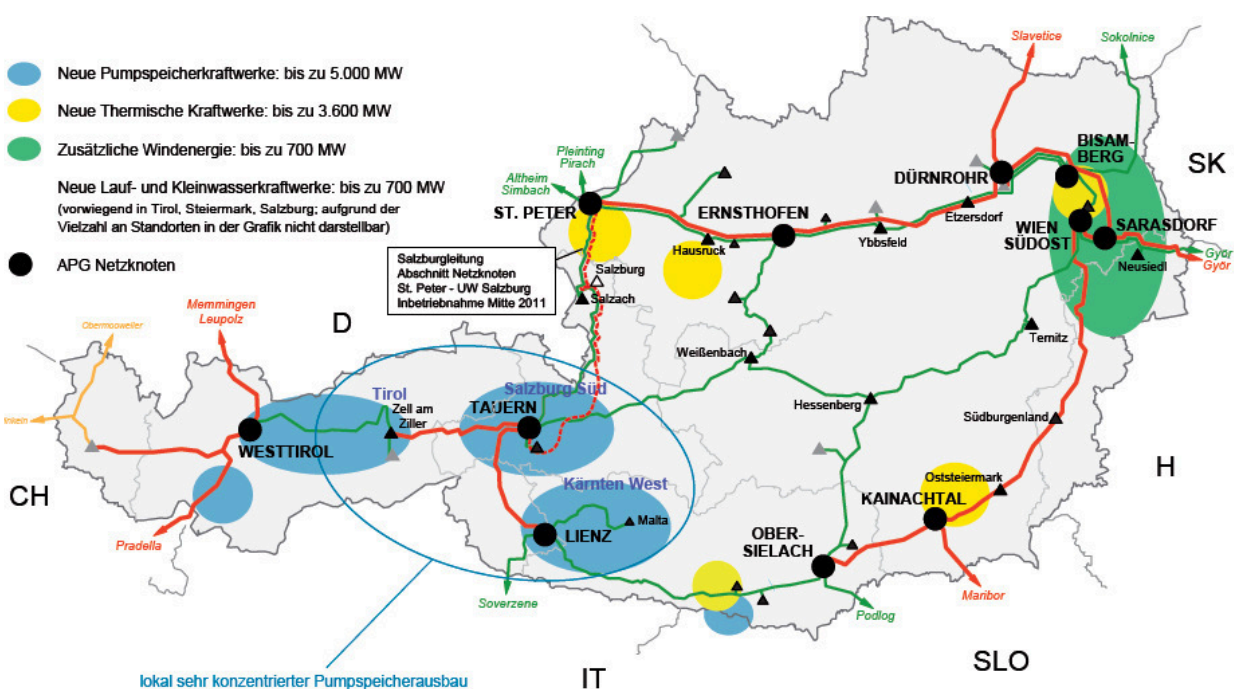


Abb. 2: Erzeugungs- und Hochspannungsnetz - Infrastruktur

Eine weitere Möglichkeit zur Verwertung von elektrischer Überschussenergie ist die elektrolytische Erzeugung von Wasserstoff, der dann in beschränkten Anteilen dem Erdgas beigemischt werden kann. Die Rohöl Aufsuchungs- AG im Besitz der EVN hat Erdgasspeicher im Grenzgebiet Oberösterreich / Bayern und überlegt dort eine derartige Anlage. Für alle diese Projekte sind jedoch potente Leitungen, insbesondere aus den deutschen Überschussgebieten im Norden, die ganz essentielle Voraussetzung.

Auf österreichischem Gebiet fehlt die 380 KV – Leitung Salzburg – Kaprun, um deren Bewilligung sich die Verbundgesellschaft seit vielen Jahren intensiv bemüht und die einen potenten Anschluss der Kraftwerksgruppe Kaprun mit dem kürzlich eröffneten Pumpspeicherkraftwerk Limberg II an das deutsche Hochspannungsnetz bringen soll. Ist einmal diese Leitung errichtet, kann die Verbundgesellschaft in Kaprun das Pumpspeicherkraftwerk Limberg III bauen.

Innerösterreichisch ist hinsichtlich der Anbindung neuer und geplanter Windkraftwerke an das 380 KV – Netz ein neues Umspannwerk geplant in Sarasdorf bei Bruck a. d. Leitha für das Windkraftaufkommen im Nordburgenland und diesem Teil Niederösterreichs. Ebenso ist in Anbetracht der zusätzlichen Windkraft – Kapazitäten, die im Weinviertel entstehen sollen, eine entsprechende Anbindung über das Umspannwerk Bisamberg in Planung. Die Verstärkung der Donauschiene vom Umspannwerk Ernstshofen bei Enns nach St. Peter bei Braunau am Inn wird

weniger Probleme machen und es ermöglichen, ein großes Gaskraftwerk, das die ÖMV nächst ihrer Raffinerie in Burghausen an der Salzach in Bayern erbauen will, in das österreichische Verbundnetz wirkungsvoll einzubinden. Schließlich wird in Kärnten die Hochrüstung der Verbindung zwischen den Umspannwerken Obersielach bei Völkermarkt und Lienz in Osttirol auf die Spannungsebene von 380 KV nötig. Gleiches kann man sagen von der Verbindung zwischen den Umspannwerken Zell am Ziller und Westtirol am Ausgang des Ötztals. Das primäre Problem dabei ist allerdings die Beschleunigung der Genehmigungsverfahren.

Abschließend behandelte der Referent noch die künftigen Technologien, wie „smart meters“ („intelligente“ Strommesser), wodurch kleinräumig der Verbrauch im Zusammenwirken mit einer entsprechenden Preisgestaltung weg von den Spitzen verlagert werden kann. Ferner können dezentrale, häusliche Kleinspeicher (Akkus) zur Lagerung von Überproduktion und einer Leitungsentlastung benützt werden, wenn diese Dinge auf breiter Ebene zur Anwendung kommen. Ebenso darf man mit einer Zunahme der dezentralen Kleinproduktion über eine dann vielleicht doch kostengünstiger zu erlangende photovoltaische Ausstattung rechnen, welche die Leitungen zur Kleinverteilung entlasten. Auch das wird zur Glättung von regionalen Verbrauchsspitzen beitragen. Insgesamt ist auch die Reduktion der Netzverluste ein Anliegen, wenngleich diese in Österreich mit 4% relativ gering sind (verglichen mit mehr als 7% in Osteuropa).

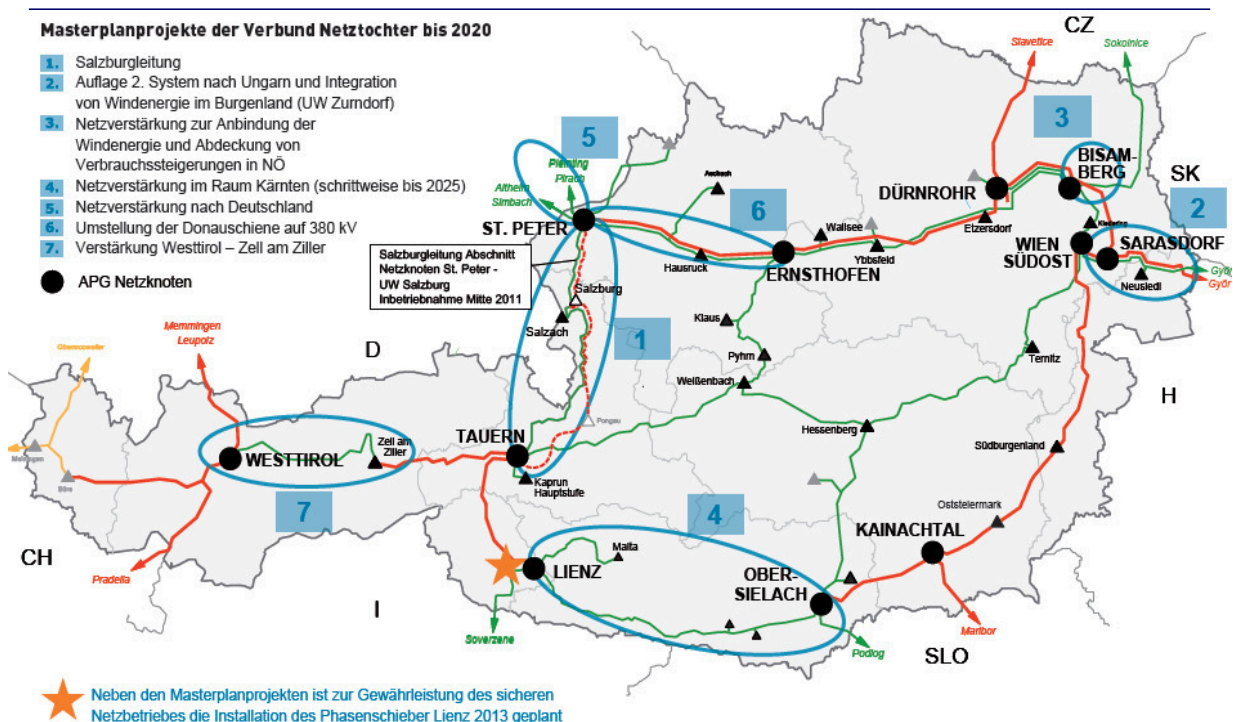


Abb. 3: Hochspannungsnetz - Masterplan

Zum Schluss forderte der Referent nochmals Aktionen der Politik: In Österreich eine einheitliche Konzentration der Lenkungs Kompetenzen beim Bund, also weg von den Bundesländern. Auf europäischer Ebene ist ein einheitlicher ordnungspolitischer Rahmen nötig, welcher auch die Förderung erneuerbarer Energien harmonisiert und zu keiner ungesunden Überförderung führt. Für alles müsste aber ein marktwirtschaftliches Vorgehen sichergestellt sein.

Der Besuch dieser interessanten Vortragsveranstaltung war geringer als üblich, was vordergründig dem schönen Sommerwetter zugeschrieben wurde, Kenner tippten auf die Fußball - Europameisterschaft (Match Niederlande - Deutschland). Die Diskussion war trotzdem hochstehend, sowohl technisch, wie auch nationalökonomisch akzentuiert.

Dr. Karl Frohner