



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Neuronale maschinelle Übersetzung und Post-Editing
vs. menschliche Übersetzung – Übersetzungsdauer und
Einstellung der ÜbersetzerInnen“

verfasst von / submitted by

lic. Magdalena Maria Trzaskoma

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Master of Arts (MA)

Wien, 2019 / Vienna, 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt / UA 070 375 331
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

Studienrichtung lt. Studienblatt / Masterstudium Translation UG2002 Polnisch Deutsch
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Hanna Risku

INHALTSVERZEICHNIS

TABELLENVERZEICHNIS

GRAFIKENVERZEICHNIS

Einleitung	1
1. Maschinelle Übersetzung	5
1.1 Geschichte der maschinellen Übersetzung	5
1.2 Was ist maschinelle Übersetzung?	8
1.3 Einstellung der ÜbersetzerInnen zur maschinellen Übersetzung	12
1.3.1 Positive Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Einsatz maschineller Übersetzung	13
1.3.2 Negative Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Einsatz maschineller Übersetzung	13
1.4 Arten der maschinellen Übersetzung	14
1.5 Neuronale maschinelle Übersetzung	17
1.5.1 Das Encoder-Decoder-Modell bei der neuronalen maschinellen Übersetzung	20
1.5.2 Vorteile und Nachteile der neuronalen maschinellen Übersetzung	21
1.6 DeepL – die neuronale maschinelle Übersetzung	22
2. Post-Editing	24
2.1 Geschichte des Post-Editings	24
2.2 Was ist Post-Editing?	25
2.3 Das Profil der Post-EditorInnen	27
2.4 Arten des Post-Editings	28
2.5 Post-Editing vs. Humanübersetzung	29
2.6 Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing	31
2.7 Post-Editing – Prozess und Zeitaufwand	34
3. Polnische Sprache in der Sprachtechnologie	38
3.1 Merkmale der polnischen Sprache	38

3.1.1	Freie Wortstellung.....	38
3.1.2	Morphologie der polnischen Sprache.....	39
3.1.3	Das Anredesystem im Polnischen – Sie/Herr/Frau oder du?	41
3.1.4	Das polnische Alphabet.....	41
3.2	Herausforderungen der polnischen Sprache für die Sprachtechnologie – META NET - White Paper Series.....	42
4.	Empirische Untersuchung	45
4.1	Methode der Datenerhebung.....	45
4.2	Beschreibung der Fachtexte für Post-Editing und Übersetzung ohne Einsatz der neuronalen maschinellen Übersetzung	46
4.3	Online-Umfrage - Leitfaden	47
4.4	TeilnehmerInnen der Untersuchung - Charakteristik	48
4.5	Durchführung der Untersuchung.....	49
5.	Ergebnisse der Untersuchung	51
5.1	Zeit von Post-Editing und Humanübersetzung.....	51
5.1.1	Die durchschnittliche Zeit von Post-Editing und Humanübersetzung	52
5.2	Die Zeit der Recherche nach Fachterminologie beim Post-Editing und bei der Humanübersetzung	53
5.2.1	Die durchschnittliche Zeit der Recherche nach Fachterminologie beim Post- Editing und bei der Humanübersetzung	54
5.3	Die Zeit für die Entscheidungsfindung über posteditiertes und übersetztes Segment im Text.....	55
5.3.1	Die durchschnittliche Entscheidungszeit über posteditiertes und übersetztes Segment im Text	56
5.4	Fehler beim Post-Editing	57
5.5	Probleme bei der Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung... 63	
5.6	Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing eines neuronal maschinell erstellten Fachtextes und zur Humanübersetzung.....	68
5.6.1	Entscheidung über Post-Editing des maschinell erstellten Satzes und/oder Begriffes	68

5.6.2 Die Meinung der ÜbersetzerInnen über die neuronale maschinelle Übersetzung und ihre potenzielle zukünftige Verwendung.....	72
5.6.3 Der Zeitaufwand von Post-Editing und Übersetzung ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung.....	78
6. Zusammenfassung.....	84
BIBLIOGRAPHIE	86
ANHÄNGE	91
TEXT ZUM POST-EDITING.....	91
TEXT ZUR MANUELLEN ÜBERSETZUNG	95
LEITFADEN DER ONLINE-UMFRAGE ZUR ÜBERSETZUNGSDAUER UND EINSTELLUNG DER ÜBERSETZERINNEN.....	97
POST-EDITIERTE TEXTE	99
ÜbersetzerIn Nr. 1	99
ÜbersetzerIn Nr. 2	100
ÜbersetzerIn Nr. 3	102
ÜbersetzerIn Nr. 4	104
ÜbersetzerIn Nr. 5	106
ÜbersetzerIn Nr. 6	108
ÜbersetzerIn Nr. 7	110
ÜbersetzerIn Nr. 8	112
ÜbersetzerIn Nr. 9	113
ÜbersetzerIn Nr. 10	115
ÜbersetzerIn Nr. 11	117
ÜbersetzerIn Nr. 12	119
ÜbersetzerIn Nr. 13	121
ÜbersetzerIn Nr. 14	123
ÜbersetzerIn Nr. 15	125
MANUELL ÜBERSETZTE TEXTE	127
ÜbersetzerIn Nr. 1	127
ÜbersetzerIn Nr. 2	128
ÜbersetzerIn Nr. 3	130

ÜbersetzerIn Nr. 4	132
ÜbersetzerIn Nr. 5	134
ÜbersetzerIn Nr. 6	135
ÜbersetzerIn Nr. 7	137
ÜbersetzerIn Nr. 8	139
ÜbersetzerIn Nr. 9	140
ÜbersetzerIn Nr. 10	142
ÜbersetzerIn Nr. 11	143
ÜbersetzerIn Nr. 12	145
ÜbersetzerIn Nr. 13	147
ÜbersetzerIn Nr. 14	149
ÜbersetzerIn Nr. 15	151
ANTWORTEN ZU DEN OFFENEN FRAGEN DER ONLINE-UMFRAGE	153
ABSTRACT (DEUTSCH)	159
ABSTRACT (ENGLISCH)	160
 TABELLENVERZEICHNIS	
Tabelle 1 Die freie Wortstellung im Polnischen vs. im Englischen nach Miłkowski.....	39
Tabelle 2 Die freie Wortstellung im Polnischen vs. im Deutschen nach Jelen.....	39
Tabelle 3 Der Aspekt des Verbes im Polnischen nach Jelen.....	40
Tabelle 4 Das polnische Alphabet.....	42
Tabelle 5 UTF-8 Kodierung der polnischen Buchstaben.....	43
Tabelle 6 Übersicht der Durchführung der Untersuchung.....	50
Tabelle 8 Die Gesamtzeit der Recherche nach Fachterminologie bei einzelnen ÜbersetzerInnen während des Post-Editings und der Humanübersetzung von deutsch-polnischen Fachtexten...	54
Tabelle 9 Die gesamte Zeit für die Entscheidungsfindung der/des jeweiligen ÜbersetzerIn über posteditiertes und übersetztes Segment im Text.....	56
Tabelle 10 Die meist recherchierten Fachwörter beim Post-Editing des neuronal maschinellen übersetzen Textes.....	58
Tabelle 11 Einige Beispiele der posteditierten Sätze.....	61

Tabelle 12 Die meist recherchierten Fachwörter bei der Übersetzung ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung.....	63
--	----

GRAFIKENVERZEICHNIS

Grafik 1 eine schematische Darstellung von Encoder-Decoder-Modell nach Lin (2017: 5)...	20
Grafik 2 Das Erscheinungsbild von DeepL (2019).....	23
Grafik 3 Die durchschnittliche Zeit für Post-Editing und Humanübersetzung der deutsch-polnischen Fachtexte	53
Grafik 4 Die durchschnittliche Recherchezeit nach Fachterminologie bei Post-Editing und Humanübersetzung der deutsch-polnischen Fachtexte	55
Grafik 5 Die durchschnittliche Entscheidungszeit bei Post-Editing und Humanübersetzung der deutsch-polnischen Fachtexte.....	57

Einleitung

Das Thema der vorliegenden Masterarbeit ist der Vergleich zwischen der Zeit, die ÜbersetzerInnen brauchen, um einen neuronal maschinell übersetzten Fachtext nachzubearbeiten und der Zeit, die sie brauchen, um den Fachtext ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung zu übertragen. Zusätzlich wird die Einstellung der ÜbersetzerInnen zur neuronalen maschinellen Übersetzung und Humanübersetzung erforscht.

Heutzutage benötigen SprachdienstleisterInnen immer mehr Übersetzungen im Bereich Technik, Wirtschaft oder Recht, die in einer kurzen Zeit in eine andere Sprache übertragen werden müssen. Mit der schnellen Entwicklung der Technologien entstehen zahlreiche Tools, deren Zweck ist, die Arbeit der ÜbersetzerInnen zu erleichtern und zu beschleunigen (vgl. Ritschl 2015). Zu einer dieser Technologien gehört die maschinelle Übersetzung (MÜ). Maschinelle Übersetzungssysteme benutzen große statistisch ausgewertete oder auf linguistischen Informationen und Regeln basierende Datenmengen (vgl. Donovan 2018). Das Ziel der maschinellen Übersetzung ist es, nicht nur die Produktivität der ÜbersetzerInnen zu steigern, sondern auch ihre Arbeitszeit zu verkürzen (vgl. Hutchins & Somers 1992: 6f.; Schwanke 1991: 55).

In der Computerlinguistik wurden an erster Stelle Forschungen durchgeführt, die sich auf MÜ-Outputs und die Art der in diesen Outputs auftretenden Fehler konzentrieren. Aus diesem Grund begannen die ForscherInnen nach der bestmöglichen Methode zu suchen, um die Qualität der maschinell übersetzten Texte zu verbessern. Eine solche Methode ist das Post-Editing (PE). Unter Post-Editing versteht man den Prozess, bei dem menschliche ÜbersetzerInnen die Fehler in einem MÜ-Output so korrigieren, dass es natürlich klingt und für die Veröffentlichung auf dem Zielmarkt akzeptabel ist (vgl. Allen 2003: 297; Rinner 2016: 10; Vieira 2014: 187f.).

Der Prozess des Post-Editings eines MÜ-Outputs ist ein komplexer Vorgang der Nachbearbeitung, der nicht nur die Kenntnis der gleichen kognitiven Prozesse und Übersetzungstechniken erfordert wie bei der Übersetzung ohne Einsatz der MÜ (Humanübersetzung), sondern auch eine ausgezeichnete Konzentration, um den Ausgangstext mit dem MÜ-Output bzw. dem Zieltext vergleichen zu können, alle Fehler herauszufinden und zu korrigieren (vgl. Salah 2018). Unter Berücksichtigung der Grundidee und der Zweckmäßigkeit des Post-Editings sowie der Möglichkeit, dass ein bestimmtes MÜ-Segment neu übersetzt werden könnte, wird in der vorliegenden Masterarbeit die Zeit des Post-Editings

eines maschinell übersetzten Textes mit dem nötigen zeitlichen Aufwand für die Übersetzung eines Textes ohne Einsatz der MÜ verglichen.

Die neuronale maschinelle Übersetzung (NMÜ) ist ein relativ neuer Ansatz im Bereich der Computerlinguistik. Die ersten Untersuchungen im Bereich NMÜ wurden in den 2010er Jahren publiziert.

Der Unterschied zwischen NMÜ und SMÜ (statistischen maschinellen Übersetzung) liegt darin, dass bei der NMÜ ein Modell aus künstlich aufgebauten neuronalen Netzen verwendet wird. Dank dieser künstlichen neuronalen Netze wird eine Vielzahl an Informationen bezüglich der Wörter sowie ihres Kontextes in einem Satz gespeichert und erlernt. Deshalb glauben ForscherInnen, dass die NMÜ qualitativ hochwertigere Ergebnisse sowohl auf der syntaktischen als auch auf der lexikalischen Ebene liefern kann. Derzeit sind zwei neuronale maschinelle Übersetzungssoftwares zugänglich d. h. Google Translate und DeepL. In der vorliegenden Masterarbeit wird DeepL verwendet.

2017 wurden vom DeepL-Unternehmen Blindtests durchgeführt, im Rahmen derer professionelle ÜbersetzerInnen die Qualität von DeepL bewertet und mit anderen bekannten Übersetzungssystemen von Google oder Microsoft verglichen haben (vgl. DeepL 2019). Laut den Auftraggebern der Tests zeigen die Ergebnisse, dass DeepL drei Mal besser als andere MÜ-Tools ist. Daraus lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass DeepL als neuronale maschinelle Übersetzung im Bereich der Fachwissenschaft sehr gute Resultate liefern sollte (vgl. DeepL 2019). Unter Berücksichtigung aller oben genannten Vorteile der NMÜ, lautet die erste Hypothese der Masterarbeit: Die neuronale maschinelle Übersetzung, zusammen mit dem Post-Editing des Textes, erleichtert die Arbeit der ÜbersetzerInnen. Unter *Erleichterung* soll verstanden werden, weniger Zeitaufwand sowohl für die Recherche nach der Fachterminologie als auch für die Korrektur eines bestimmten MÜ-Segments hinsichtlich der Grammatik und Syntax. Jedoch sollte angemerkt werden, dass die Erleichterung je nach Sprachkombination variiert.

Die oben erwähnten Blindtests betrafen jedoch nur die MÜ-Outputs aus dem Englischen, dem Spanischen und dem Französischen ins Deutsche, ins Englische oder ins Spanische. In dieser Masterarbeit werden Fachtexte aus dem Deutschen ins Polnische übersetzt. Die polnische Sprache stellt viele Herausforderungen für maschinelle Sprachverarbeitungssysteme dar. Die erste Herausforderung ist die relativ freie Wortfolge und die komplexe Morphologie im Polnischen. Darüber hinaus stellt die Verarbeitung des polnischen Alphabets, insbesondere der polnischen diakritischen Zeichen, wie z.B. „ą“ und „ę“,

eine große Herausforderung dar. Ein weiteres erhebliches Problem ist die unzureichende Zahl deutsch-polnischer Korpora (vgl. Miłkowski 2015: 24ff.).

All diese Eigenschaften können dazu führen, dass das Post-Editing eines NMÜ-Fachtextes ins Polnische länger dauert als die Übersetzung desselben ohne Einsatz der MÜ. In Anbetracht der oben genannten Merkmale der polnischen Sprache lautet die zweite Hypothese der Masterarbeit wie folgt: das Post-Editing eines neuronalen maschinell übersetzten Fachtextes ins Polnische nimmt mehr Zeit in Anspruch als die Übersetzung desselben Textes ohne Einsatz der NMÜ.

In der Computerlinguistik wird derzeit eine Studie im Bereich der NMÜ sowie ihres Post-Editings in Bezug auf Zeitmessung und die Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing und Humanübersetzung durchgeführt. Im Rahmen dieser Studie wurden Alltags- und Fachtexte aus dem Englischen ins Chinesische übertragen. Laut Carl, Jia und Wang (2019) ist das Post-Editing von einer NMÜ von Alltags- und Fachtexten aus den Englischen ins Chinesische schneller als die Humanübersetzung. Außerdem wurde die positive Einstellung zum Post-Editing der NMÜ bestätigt. Trotz der positiven Ergebnisse dieser Studie konnte nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob die Ergebnisse in Bezug auf die Zeitmessung des NMÜ-Outputs und ihres Post-Editings sowie der Humanübersetzung der Fachtexte aus dem Deutschen ins Polnische dieselben sein werden. Es kann auch nicht vorausgesagt werden, ob die Einstellung der ÜbersetzerInnen ebenso positiv sein wird. In dieser Masterarbeit wird die Arbeitszeit und die Einstellung von FachübersetzerInnen zum Post-Editing und zur Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung untersucht.

Mit Hinblick auf die oben erwähnten Aspekte werden in dieser Masterarbeit Antworten auf folgenden Forschungsfragen gesucht:

- Nimmt das Post-Editing des neuronal maschinell übersetzten Textes genauso viel Zeit in Anspruch wie die Übersetzung ohne Einsatz der NMÜ (Humanübersetzung)?
- Welche Einstellung haben ÜbersetzerInnen zur neuronalen maschinellen Übersetzung und zum Post-Editing?
- Bevorzugen die ÜbersetzerInnen das Post-Editing von NMÜ oder eher die Übersetzung ohne Einsatz von NMÜ?

Der theoretische Teil der vorliegenden Masterarbeit besteht aus drei Kapiteln. Das erste Kapitel beschäftigt sich mit der maschinellen Übersetzung. Zunächst werden der Begriff und die Geschichte der maschinellen Übersetzung erläutert und abgegrenzt, um den Zweck und die Funktionsweise der maschinellen Übersetzung zu verstehen. Weiter wird die Einstellung der

ÜbersetzerInnen zur maschinellen Übersetzung anhand der durchgeführten Studien dargestellt. Die neuronale maschinelle Übersetzung, ihr Aufbau sowie ihre Vor- und Nachteile werden ebenso im ersten Kapitel angesprochen. Das zweite Kapitel widmet sich dem Post-Editing. Außerdem wird der Begriff des Post-Editings, dessen Vor- und Nachteile sowie die Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing beschrieben und möglichst präzise definiert. Zusätzlich wird das Post-Editing mit der Humanübersetzung verglichen. Schließlich wird der Zeitaufwand beim Post-Editing anhand des verfügbaren aktuellen Forschungsstands näher untersucht. Im Fokus des dritten Kapitels steht die polnische Sprache und ihre Herausforderungen für die Sprachtechnologie. Nach der detaillierten Beschreibung der Theorie wird im vierten Kapitel die empirische Untersuchung zum Post-Editing der neuronalen maschinellen Übersetzung und zur Humanübersetzung der deutsch-polnischen Fachtexte dargestellt. Das Ziel dieser Untersuchung ist Schlüsse dahingehend zu ziehen, ob das Post-Editing eines maschinell übersetzten Textes immer noch erforderlich ist und genauso lange dauert wie die Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung. Darüber hinaus wird untersucht, welche Einstellung die ÜbersetzerInnen der neuronalen MÜ, dem Post-Editing neuronaler maschinell übersetzter Texte und der Übersetzung ohne Einsatz der NMÜ gegenüber haben. In Kapitel fünf werden die Ergebnisse der Untersuchung analysiert und diskutiert. Kapitel 6 fasst die Hauptkenntnisse der Masterarbeit zusammen.

Weitere Studien im Bereich der neuronalen maschinellen Übersetzung, des Post-Editings und der Humanübersetzung könnten dazu beitragen, die neuronalen maschinellen Übersetzungstools zu verbessern. Ein Aspekt, der weiterhin erforscht werden kann, ist die Tatsache, dass, obwohl die ÜbersetzerInnen den Zugang zu unterschiedlichen MÜ-Tools haben, sie aber immer noch bevorzugen, Übersetzungen ohne MÜ anzufertigen. Dazu schafft diese Arbeit einen Überblick über die unterschiedlichen Einstellungen der ÜbersetzerInnen zu der neuronalen MÜ, ihrem Post-Editing und der Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung sowie die Gründe dafür.

1. Maschinelle Übersetzung

Maschinelle Übersetzung ist ein Teilbereich der Computerlinguistik, der seit dem zweiten Weltkrieg intensiv untersucht wird. Das Ziel der ForscherInnen ist, die maschinellen Übersetzungssysteme so zu verbessern, dass sie die Arbeit der ÜbersetzerInnen bzw. den Übersetzungsprozess erleichtern und beschleunigen. Das vorliegende Kapitel der Masterarbeit befasst sich mit dem Thema der maschinellen Übersetzung. Zuerst wird die Geschichte der maschinellen Übersetzung dargestellt. Dann werden die für diese Arbeit relevanten Definitionen von maschineller Übersetzung präsentiert. Anschließend werden die Arten der maschinellen Übersetzung beschrieben, wobei der Schwerpunkt auf der neuronalen maschinellen Übersetzung liegt.

1.1 Geschichte der maschinellen Übersetzung

Maschinelle Übersetzung ist ein relativ junges Forschungsgebiet der Computerlinguistik. Die ersten Versuche im Bereich der maschinellen Übersetzung wurden bereits im 17. Jahrhundert unternommen. Diese Idee konnte aber erst mit Beginn des Computerzeitalters ausdrücklich realisiert werden.

Der erste Versuch einer maschinellen Übersetzung wird auf das Jahr 1933 datiert (vgl. Hutchins 1995: 434). In diesem Jahr meldete Piotr Smirnov-Trojanskijs ein Maschinentelegraf beim Patentamt an, der aus dem Russischen in mehrere Sprachen gleichzeitig übersetzen konnte (vgl. Delavenay 1960: 27). Der Maschinentelegraf verfügte sowohl über ein automatisiertes zweisprachiges Wörterbuch als auch ein Modell, „das die grammatikalischen Merkmale zwischen den jeweiligen Sprachen kodierte“ (Hutchins 1995: 434). Das Konzept von Smirnov-Trojanskijs galt zwar damals als Phänomen im Bereich der maschinellen Übersetzung, aber fehlende finanzielle Unterstützung der sowjetischen SprachwissenschaftlerInnen (1939) und des Institute of Automation and Telemechanics of the Academy of Science (1944) machte es jedoch unmöglich, diese Idee weiterzuentwickeln (vgl. Delavenay 1960: 27).

Die Jahre 1947-1954 werden von den damaligen ForscherInnen als *wegweisend* bezeichnet. In diesen Jahren wurden die tatsächlichen Studien zur maschinellen Übersetzung durchgeführt. Der Pionier von damals, Warren Weaver, stellte 1949 in seinem Memorandum die Idee auf, einen neu entwickelten digitalen Computer zur Übersetzung von Dokumenten zu erstellen (vgl. Hutchins 1998: 22). Zusätzlich beschrieb Weaver die Informationstheorie von Claude Shannon im Memorandum, auf Grundlage derer er die Maschine baute. Das Prinzip der Informationstheorie besteht darin, statistische Eigenschaften der Telekommunikation, wie die

Frequenzen von Signalen, so zu verwenden, dass sie die Texte aus einem Computer encodieren könnten. Weaver betrachtete darüber hinaus die Sprache als Chiffre, d. h. die Texte konnten mit denselben Techniken zur Entschlüsselung der codierten Nachrichten in die Zielsprache übersetzt werden wie während des Zweites Weltkriegs (vgl. Hutchins 1998: 22; Świnoga 2006: 9). Um ein vollständiges Bild seiner Idee über die maschinelle Übersetzung zu gewinnen, hat Weaver seine Auffassung um die Theorie der Kommunikationsforschung über logische und semantische Varianten und Invarianten nach Reifler und Reichenbach ergänzt. Weaver war der Meinung, dass „die Invariante bestimmter Merkmale des menschlichen Gehirns den psychologischen Ursprüngen der Sprache entsprechen könnten“ (Delavenay 1960: 28). So konnten diese Eigenschaften einem Computer ermöglichen, ein Maschinenwörterbuch schnell zu erkennen und die im Text eingegebenen Phrasen wortwörtlich zu übertragen. In diesem Zusammenhang war Weaver überzeugt, dass die wortwörtliche Übersetzung einen großen Beitrag zu Weiterentwicklung der maschinellen Übersetzungssysteme leisten könnte (vgl. Delavenay 1960: 29).

Die oben dargestellten Ansätze von Smirnov-Trojanskij und Weaver haben weitere maßgebliche Impulse zur Diskussion über maschinelle Übersetzung gegeben. Es wurden beispielsweise Untersuchungen an renommierten amerikanischen Universitäten durchgeführt, wie an der University of Washington, der University of California und dem Massachusetts Institute of Technology (vgl. Hutchins 1995: 435).

1954 präsentierte Leon Dostert die Ergebnisse seines Projekts über maschinelle Übersetzungssysteme, das in Zusammenarbeit mit International Business of Machines Cooperation (IBM) entstanden war, an der University of Georgetown. Im Rahmen des Projekts wurden 49 Sätze auf Russisch ausgewählt. Dann wurden diese Sätze mit einer Terminologiebank von 250 Wörtern und sechs grammatikalischen Regeln ins Englische übertragen. Das Projekt von Dostert hat Forscher in den USA zu weiteren Untersuchungen im Bereich der maschinellen Übersetzung inspiriert (vgl. Hutchins 1995: 436).

Die Jahre 1954-1966 werden als die *Zeit des Optimismus* beschrieben. In dieser Zeit wurden die ersten Übersetzungssysteme entwickelt, die auf großen zweisprachigen Wörterbüchern basierten. Gleichzeitig wurde eine Methode zur Analyse der Syntax in bestimmten Sprachen geschaffen, die sich allerdings nicht als brauchbar erwies. Einzig formale Grammatikmodelle gaben den ForscherInnen Hoffnung auf gute Übersetzungen. Im Laufe der Zeit verflog dieser Optimismus aufgrund von Problemen mit der Semantik der Wörter. Zugleich wurden Systeme wie Mark II (IBM und University of Washington) und das System der University of Georgetown und Euratom entwickelt. Die Qualität der Übersetzungen dieser

Systeme war jedoch nicht zufriedenstellend (vgl. Hutchins 1998: 23; Świnoga 2006: 9f.). Anschließend berücksichtigten die ForscherInnen jedoch nicht die Komplexität maschineller Übersetzungssysteme, was zu unrealistischen Erwartungen führte, die schwer zu erfüllen waren (vgl. Rao 1998: 62).

Aufgrund fehlender Fortschritte im Bereich der maschinellen Übersetzung wurde von der US-Regierung 1964 der ALPAC-Ausschuss (Automatic Language Processing Advisory Committee) eingesetzt. Zwei Jahre später veröffentlichte ALPAC einen Bericht, in dem erklärt wurde, dass die maschinelle Übersetzung kein zukunftsorientiertes Forschungsgebiet sei. Nach Ansicht von ALPAC war die maschinelle Übersetzung ein längerer und viel teurerer Übersetzungsprozess als das Humanübersetzen. Ergänzend erfüllten die maschinell übersetzten Texte nicht die Erwartungen der Menschen bzw. Kunden. Aus diesem Grund erkannte ALPAC die Notwendigkeit weiterer Forschung im Bereich der maschinellen Übersetzung nicht an. Im Gegenzug ergriff ALPAC eine Investitionsinitiative zur Entwicklung computergestützter Systeme (vgl. Hutchins 1998: 23; Świnoga 2006: 10; Sin-Wai 2015: 106).

Trotz der kritischen Analyse des damaligen Forschungsstands zur maschinellen Übersetzung wurde weiter Forschung in Kanada, Deutschland und Frankreich getrieben. Eines der ersten Forschungsergebnisse in Europa war die Einführung des SYSTRAN-Systems 1970, das schnell große Mengen von Dokumenten übersetzte (vgl. Hutchins 1998: 23).

Bis Mitte der 70er Jahre wurden nur englisch-russische militärische Dokumente übersetzt. In der Zwischenzeit stieg jedoch die Nachfrage nach Übersetzungen von Texten in mehreren Sprachen und Bereichen, vor allem in der internationalen Wirtschaft und Administration. Außerdem begann die Suche nach Systemen, „die Dokumente aus dem Bereich Wirtschaft und Technik zu geringen Kosten in die wichtigsten Sprachen des internationalen Handels übersetzen können.“ (Hutchins 1998: 22)

Die 1980er Jahre werden als Blütezeit der maschinellen Übersetzung bezeichnet. Neben dem bestehenden SYSTRAN-System entstanden ebenso andere Übersetzungssysteme, wie das LOGOS-System in den USA (deutsch-englische und englisch-französische Übersetzungen), maschinelle Übersetzungssysteme in Japan (japanisch-englische und englisch-japanische Übersetzungen), TITUS in Frankreich oder CULT in China (vgl. Hutchins 1995: 442 u. 1998: 22).

Bis heute wird im Bereich der maschinellen Übersetzung geforscht und die Übersetzungssysteme werden stetig verbessert. Weiterhin ist die Frage der maschinellen Übersetzung unter vielen WissenschaftlerInnen ein Streitpunkt. Obwohl maschinelle Übersetzungssysteme immer noch ein umstrittenes Thema sind, werden sie sehr oft in

verschiedenen Alltagsbereichen eingesetzt. Die maschinellen Übersetzungssysteme werden heute bei der Übersetzung von großen Mengen technischer Dokumentation verwendet, um den Übersetzungsprozess und damit die Markteinführung eines Produktes zu beschleunigen. Außerdem werden viele Webseiten maschinell übersetzt. Heutzutage kann maschinelle Übersetzungssoftware von jedem verwendet werden, da die maschinellen Übersetzungswebseiten wie Google Translate, Microsoft Translator oder DeepL online verfügbar sind (vgl. Hutchins 1995: 445; Rao 1998: 62f.).

1.2 Was ist maschinelle Übersetzung?

Nach einem kurzen Überblick über die Geschichte der maschinellen Übersetzung wird in diesem Kapitel auf den Begriff derselben näher eingegangen. Schließlich werden die Ziele der maschinellen Übersetzung in Betracht gezogen.

Wie bereits im vorherigen Kapitel erwähnt wurde, ist die maschinelle Übersetzung (MÜ, eng. machine translation – MT) ein relativ junges Gebiet der Computerlinguistik. Sie wird als ein Teilbereich der künstlichen Intelligenz (KI) betrachtet (vgl. Rao 1998: 61). In der Computerlinguistik ist die künstliche Intelligenz

eine wissenschaftliche Disziplin, die das Ziel verfolgt, menschliche Wahrnehmungs- und Verstandsleistung zu operationalisieren und durch [...] technische – insbesondere informationsverarbeitende Systeme verfügbar zu machen. (Görz et. al. 2013: 1 zit. nach Matthiesen 2017)

Durch die Anwendung künstlicher Intelligenz in Computern ist es möglich, schneller an Informationen zu kommen oder Arbeitszeit (z.B. zum Übersetzen von Texten) zu sparen. Mit Hilfe der künstlichen Intelligenz können darüber hinaus Computerprogramme bzw. Übersetzungssysteme selbst aus ihren Fehlern lernen, was zu besseren Ergebnissen und Qualität der maschinenübersetzten Texte führt (vgl. Matthiesen 2017).

Seit Beginn der Forschung hat sich die Bedeutung von maschineller Übersetzung nicht wesentlich geändert. Laut ALPAC:

Machine Translation presumably means going by algorithm from machine-readable source text to useful target text, without recourse to human translation or editing. In this context, there has been no machine translation of general scientific text, and none is in immediate prospect. (ALPAC 1966: 19)

Außerdem weist ALPAC darauf hin, dass bei der Bestimmung der Definition der maschinellen Übersetzung rein wissenschaftliche Texte nicht berücksichtigt wurden. Ein weiterer Aspekt, der von ALPAC zum Ausdruck gebracht wurde und nicht unerwähnt bleiben soll, ist die Tatsache, dass maschinelle Übersetzung ohne menschlichen Eingriff erfolgt. Die gleiche Meinung teilen Forscher wie Hutchins und Somers (1992: 3). Sie haben festgestellt, dass die maschinelle Übersetzung „als ein Computersystem gilt, das für die Erstellung von Texten von einer natürlichen Sprache in eine andere natürliche Sprache verantwortlich ist, wobei dieser Prozess ohne menschliches Zutun verläuft.“ (Hutchins & Somers 1992: 3)

Werthmann und Witt (2014) zusammen mit Wittkowsky (2017) definieren die maschinelle Übersetzung zwar auf die gleiche Art und Weise wie Hutchins und Somers (1992), d. h. als Übersetzungsprozess, bei dem die maschinelle Übersetzung ohne menschliche Hilfe erfolgt, aber sie bringen noch einen Aspekt zur Sprache: die maschinelle Übersetzung soll eine qualitativ hochwertigen Ausgangstext liefern. Dies bedeutet, dass die maschinell erzeugten Texte einer Übersetzungsleistung eines/einer menschlichen ÜbersetzerIn sehr nah herankommen und nicht weiter von ihm/ihr posteditiert werden sollen (vgl. Werthmann & Witt 2014: 82; Wittkowsky 2017: 335). Der ganze Übersetzungsvorgang ohne menschlichen Eingriff wird *vollautomatisierte Übersetzung* (vgl. Matthiesen 2017) genannt.

Auf Grundlage der oben dargestellten Annahmen über die Bestimmung der maschinellen Übersetzung lässt sich feststellen, dass sie darauf abzielt, eine hoch qualitative der menschlichen Sprachübertragung ähnelnde Übersetzung von einer Sprache in eine andere zu ermöglichen. Ferner wird keine Nachbearbeitung der maschinenübersetzten Texte vom Menschen erfordert. Damit soll die Arbeit der ÜbersetzerInnen erleichtert, die Effizienz der ÜbersetzerInnen gesteigert sowie Arbeitszeit gespart werden (vgl. Schwanke 1991: 55; Hutchins & Somers 1992: 6f.).

Obwohl sich die ForscherInnen über die Definition der maschinellen Übersetzung einig sind, wird sie unterschiedlich verstanden. Deshalb haben die ForscherInnen den Begriff der maschinellen Übersetzung durch Benennungen, wie z. B. Machine-Aided Translation (MAT), Computer-Aided Translation (CAT) oder Human-Assisted Machine Translation (HAMT), ergänzt:

Machine Translation is the transfer of meaning from one natural (human) language to another with the aid of computer. There are very few systems that are, or even attempt to be, complete machine translation systems in themselves – nearly all systems are Machine Aided Translation (MAT), involving help either at the input stage (pre-editing) or the output stage (post-editing) or both. (Schwanke 1991: 62)

Um die Bedeutung der maschinellen Übersetzung besser zu verstehen, hat Schwanke (1991: 41) sieben Aspekte, die bei der automatisierten Übersetzung berücksichtigt werden sollen, aufgelistet. Diese sieben Aspekte sind:

- das Anwendungsverfahren der maschinellen Übersetzung, d. h. es wird von einem Übersetzungssystem immer erwartet, dass es eine hoch qualitative Übersetzung anfertigt.
- die allgemeine und fachliche Graduierung, d. h. es wird eine Entscheidung getroffen, ob das System für die Übersetzung fachspezifischer oder allgemeiner Texte eingesetzt wird.
- der Zeitpunkt des menschlichen Eingreifens in den maschinellen Übersetzungsprozess, d. h. der Moment, in dem der Mensch mit einem Computer während des Übersetzungsprozesses interagiert (Mensch-Maschine-Interaktion).
- der Anteil des menschlichen Eingreifens in den intendierten vollautomatischen Übersetzungsablauf, d. h. der Einsatz von Übersetzungshilfen bzw. -systemen durch den Menschen in der maschinellen Übersetzung.
- die Transferstrategie, d. h. auf welchen Übersetzungsverfahren ein Übersetzungssystem basiert.
- die Zuordnung zu einer bestimmten Entwicklungsgeneration von maschinellen Übersetzungssystemen.
- der Entwicklungsstand der maschinellen Übersetzungssysteme (vgl. Schwanke 1991: 41ff.).

Wie bereits erwähnt, ist es das Ziel, die maschinelle Übersetzung vollständig zu automatisieren, d. h. ohne menschlichen Einsatz eine Übersetzung zu erstellen. Dies hat bei den ÜbersetzerInnen zu der ernststen Besorgnis geführt, dass sie durch eine Maschine ersetzt werden könnten. Die von Schwanke (1991) beschriebenen Aspekte widersprechen dem Ziel der vollautomatisierten Übersetzung und zeigen, dass die Mensch-Computer-Interaktion erforderlich ist, um eine bessere Qualität der maschinenübersetzten Texte zu erzielen.

Bereits in den 1960er Jahren prognostizierte die Sprachwissenschaftlerin Delayenay (1960: 103) Einschränkungen der maschinellen Übersetzung und die Tatsache, dass die menschlichen Eingriffe weiterhin notwendig sein würden:

Naturally it will not at first be able to avoid displeasing repetitions of the same word; it will not clarify ambiguities in the original text; it will not always avoid facing the reader with a choice between several alternative translations of a single word. It will have no particular style, or, if it has, that style will be a somewhat simplified style, that is to say it will transpose faithfully sequences of words or groups of words without seeking those short cuts, paraphrases and euphonies which a good translator who "rethinks" the original will always find. The degree of semantic sophistication of the machine will depend on that of its electronic dictionary; it will correspond to the degree of complexity permissible in the lexical programmes of the machine, which means, in the last analysis, on the number of numerical indices by means of which it is possible to determine useful choice between several alternative meanings of a word without unduly burdening and slowing down the programme. (Delavenay 1960: 103)

Unter Berücksichtigung der ständigen Verbesserung der maschinellen Übersetzungssysteme kann man anmerken, dass diese Systeme immer noch auf die gleichen Einschränkungen stoßen. Die maschinelle Übersetzung überträgt vor allem in die Zielsprache, ohne den Kontext des Ausgangstextes zu erkennen. Aus diesem Grund werden Fachbegriffe, Gedankensprünge, oder Metaphern falsch übersetzt. Im Falle der unzureichend ergänzenden Sprachkorpora werden einige Begriffe bzw. Phrasen nicht übersetzt. Deshalb bleiben sie im Text in ihrer originalen Form. Eine weitere Einschränkung besteht in der Erkennung des Textstils. Der Stil des Textes wird in der Regel bei der maschinellen Übersetzung vereinfacht (vgl. Burchardt & Porsiel 2017: 5). Burchardt und Porsiel (2017) heben dazu hervor, dass ein Eingriff der Menschen in die maschinelle Übersetzung, d. h. Datenaufbereitung, Training von MÜ-Engine und Post-Editing, erforderlich ist, damit eine Maschine die Texte mit einer hochwertigen Qualität übersetzt:

Während Übersetzer in der Regel aus Erfahrung wissen, was der Kunde braucht (Textsorte, Qualitätsniveau, Zielgruppe etc.), fehlt der Maschine dieses Wissen, zum Beispiel, die einfache Frage, ob Kunden mit „Sie“ oder mit „Du“ angesprochen werden sollen (2017: 6). [...] Ohne menschliches Wissen und ohne (künstliche) Intelligenz das Stück Software weder selbständig (dazulernen) kann, noch Entscheidungen treffen. Beim Einsatz maschineller Übersetzung kann es keine schnelle und auch keine „One-size-fits-all“-Lösung geben! Es werden immer für jede Sprachrichtung, für jede Textsorte und jedes Sachgebiet und gegebenenfalls auch für jede Zielgruppe individuelle MÜ-Lösungen notwendig sein. (Burchardt & Porsiel 2017: 16)

Obwohl die ForscherInnen immer noch nach einer Verbesserung der maschinellen Übersetzungssysteme streben, sind diese Systeme weiterhin ein gutes Stück davon entfernt, hochwertige Übersetzungen zu erstellen. Die maschinelle Übersetzung stößt bis heute auf Probleme, die bereits in den 1950er und 1960er Jahren bemerkbar waren. Die maschinell erstellten Texte bedürfen stets menschlicher Eingriffe, um qualitativ hochwertige Übersetzungen zu gewährleisten, die nicht nur auf sprachlicher Ebene, sondern auch auf kultureller Ebene der bestimmten Zielgruppe angemessen ist. Die Begründung dafür, warum menschliches Zutun weiterhin erforderlich ist, ist die Komplexität der Sprache, die eine große Herausforderung für Experten auf dem Gebiet der Computer und der intelligenten Maschinen

darstellt (vgl. Vashee 2017: 44). Im nächsten Kapitel werden zwei Studien beschrieben und einander gegenübergestellt, die zeigen, welche Einstellung die ÜbersetzerInnen zur maschinellen Übersetzung haben.

1.3 Einstellung der ÜbersetzerInnen zur maschinellen Übersetzung

In diesem Kapitel werden zwei unterschiedliche Studien beschrieben und einander gegenübergestellt. Eine wurde 2016 von Cadawell, Castilho, O'Brien und Mitchell bei der Generaldirektion Übersetzung der Europäischen Kommission durchgeführt. Die zweite wurde 2017 von Bundgaard beim Übersetzungsdienstleister TextMinded Danmark A/S durchgeführt. Das Ziel beider Studien war, die Einstellung professioneller ÜbersetzerInnen zur maschinellen Übersetzung vorzustellen. Damit zielt die Gegenüberstellung von diesen zwei Studien darauf ab, dass die ÜbersetzerInnen bei den amtlichen Einrichtungen und unabhängigen Sprachdienstleistungen ähnliche Einstellung zum Einsatz der maschinellen Übersetzung haben.

Heutzutage haben die ÜbersetzerInnen einen leichten Zugang zu verschiedenen Übersetzungssystemen, die ihre translatorische Arbeit erleichtern und effizienter machen. Die Aufgabe der ÜbersetzerInnen ist nicht nur diese Systeme, sondern auch die potenziellen Fallen und Risiken, die der Einsatz eines solchen computergestützten Tools bringt, zu verstehen (vgl. Cadawell et al. 2016: 223).

Die ÜbersetzerInnen müssen insbesondere die im vorherigen Kapitel erwähnten Mensch-Computer-Interaktion beherrschen und kritisch berücksichtigen. Die Mensch-Computer-Interaktion erfolgt meistens durch CAT-Tools, die sich heute auf Translation Memory (TM) beziehen. Die Vorschläge der maschinellen Übersetzung werden immer häufiger zu den Exact- und Fuzzy-Matches hinzugefügt. Dies führt wiederum zu vielen Problemen und daraus resultierender Unzufriedenheit bei den ÜbersetzerInnen. Außerdem führen die MÜ-Vorschläge oftmals zu einer schlechteren Qualität der Übersetzungen (vgl. Cadawell et al. 2016: 223).

Um Erkenntnisse über die Einstellung der ÜbersetzerInnen zu maschineller Übersetzung zu gewinnen, wird im folgenden Kapitel zunächst eine Studie von Cadawell, Castilho, O'Brien und Mitchell aus dem Jahr 2016 und anschließend eine Studie von Bundgaard aus dem Jahr 2017 vorgestellt. An der Studie von Cadawell et al. nahmen 70 ÜbersetzerInnen der Generaldirektion Übersetzung der Europäischen Kommission teil. An der Studie von Bundgaard nahmen 20 ÜbersetzerInnen der größten Übersetzungsdienstleister Dänemarks TextMinded Danmark A/S teil. Die Aufgabe der ÜbersetzerInnen aus TextMinded Danmark war, zwei Texte aus dem Englischen ins Dänische mithilfe von maschineller Übersetzung zu

übertragen. Die beiden Studien wurden in Form eines Interviews mit einem Sprachrekorder durchgeführt. Während des Interviews nahmen die ÜbersetzerInnen Stellung zur maschinellen Übersetzung, und zwar ob sie maschinelle Übersetzung bei der Arbeit verwenden und welche Gründe für diese Verwendung sprachen (vgl. Bundgaard 2017: 128; Cadawell et al. 2016: 230f.).

1.3.1 Positive Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Einsatz maschineller Übersetzung

Der erste Grund, warum die ÜbersetzerInnen eine positive Einstellung zum Einsatz maschineller Übersetzung haben, war die Tatsache, dass die maschinelle Übersetzung den Übersetzungsprozess schneller abwickelt (vgl. Bundgaard 2017: 132; Cadawell et al. 2016: 239). Da die beiden Gruppen von ÜbersetzerInnen jeden Tag große Menge von Texten übersetzen, hilft ihnen die maschinelle Übersetzung sie schneller zu übertragen, und zwar die Arbeitszeit zu verkürzen. Da die beiden Gruppen von ÜbersetzerInnen jeden Tag große Mengen von Texten übersetzen, hilft ihnen die maschinelle Übersetzung, diese schneller zu übertragen, wodurch sich ihre Arbeitszeit verkürzt.

Die häufige Aktualisierung bereits übersetzter Texte in den Datenbanken trägt außerdem dazu bei, dass ÜbersetzerInnen vorrangig maschinelle Übersetzungen verwenden, um die Arbeit effizienter zu gestalten (vgl. Cadawell et al. 2016: 239). Ein anderer Grund für die positive Einstellung zur maschinellen Übersetzung ist, dass die maschinelle Übersetzung „eine gute Grundlage für eine schnelle Textbearbeitung ist“ (Bundgaard 2017: 132). Einigen ÜbersetzerInnen gibt die maschinelle Übersetzung Inspirationen zur Übersetzung der Texte oder hilft, den Sinn des Ausgangstextes besser zu verstehen (vgl. Bundgaard 2017: 132; Cadawell et al. 2016: 236).

1.3.2 Negative Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Einsatz maschineller Übersetzung

Der wichtigste Grund, warum die ÜbersetzerInnen eine negative Einstellung zur maschinellen Übersetzung haben, ist die Qualität der maschinell erstellten Texte, genauer gesagt ihre ständige Qualitätskontrolle. Wie bereits erwähnt, erfüllen Systeme, die maschinelle Übersetzungen in größerem Umfang verwenden, oftmals nicht ihre Rolle, d. h. sie sind in Bezug auf Stil, Kontext und Lexik des Zieltextes inkohärent. Dies gilt insbesondere für die Übersetzung von

Rechtstexten, die die Richtigkeit und Rechtmäßigkeit der Sprache, in die das Dokument übersetzt wird, voraussetzt (vgl. Cadawell et al. 2016: 239). Deswegen mussten die ÜbersetzerInnen bestimmte Segmente des Textes erneut übersetzen, damit sie akzeptabel für die Zielkultur werden. Dies kann sich ebenfalls negativ auf die Qualität der Übersetzungen auswirken.

Ein anderer Grund für die negative Einstellung zur maschinellen Übersetzung ist die Tatsache, dass durch den Einsatz eines automatisierten Übersetzungstools die Übersetzungsfähigkeiten der ÜbersetzerInnen sowie ihre Weiterentwicklung beeinträchtigt werden können. Dies kann einen negativen Einfluss auf kognitive Prozesse während der Übersetzung haben. Die ÜbersetzerInnen haben festgestellt, dass sich der kognitive Prozess der Nachbearbeitung eines maschinell übersetzten Textes erheblich von einer Übersetzung ohne Einsatz der maschinell Übersetzungssysteme unterscheidet. Die ÜbersetzerInnen weisen darauf hin, dass „der Übersetzungsprozess sich nur zu einer Art von Übung abgegrenzt hat, bei der die eigenen mentalen übersetzten Segmente mit dem maschinell erstellten Text verglichen werden“ (Bundgaard 2017: 132; Cadawell et al. 2016: 237).

Nach dem Vergleich und der Gegenüberstellung der beiden Studien kann man davon ausgehen, dass die ÜbersetzerInnen bei der Generaldirektion Übersetzung der Europäischen Kommission und TextMinded dieselbe Einstellung zur maschinellen Übersetzung haben. Die ÜbersetzerInnen der beiden Gruppen haben zwar eine positive Einstellung zur maschinellen Übersetzung zum Ausdruck gebracht, aber die meisten waren mit der maschinellen Übersetzung unzufrieden. Obwohl die maschinelle Übersetzung ihre Arbeitszeit beschleunigen und effizienter machen kann, befürchten sie, dass ihre Übersetzungsfähigkeiten sinken könnten. Dies kann zu einer Situation führen, in der sie nicht mehr imstande sind, eine Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung machen zu können.

1.4 Arten der maschinellen Übersetzung

In diesem Kapitel werden überblicksweise sowohl die Arten als auch die Vor- und Nachteile der folgenden maschinellen Übersetzungssysteme präsentiert: der regelbasierten, statistischen und hybriden maschinellen Übersetzung. Die neuronale maschinelle Übersetzung wird im nächsten Kapitel ausführlich beschrieben, weil sie Gegenstand der Untersuchung der vorliegenden Masterarbeit ist.

In der Computerlinguistik wird im Wesentlichen zwischen vier Arten der maschinellen Übersetzung unterschieden:

- regelbasierte maschinelle Übersetzung (RBMÜ)
- statistische maschinelle Übersetzung (SMÜ)
- hybride maschinelle Übersetzung (HMÜ)
- neuronale maschinelle Übersetzung (NMÜ)

Die regelbasierte maschinelle Übersetzung (RBMÜ) ist das erste Übersetzungssystem, das im Bereich der Computerlinguistik entwickelt wurde. Die RBMÜ-Engine basiert vor allem auf den manuell erstellten zwei- oder mehrsprachigen Wörterbüchern und grammatischen Regeln eines bestimmten Sprachpaars. Der automatisierte Übersetzungsprozess der RBMÜ besteht aus zwei Phasen. In der RBMÜ werden zuerst die linguistischen Ebenen der Morphologie und Syntax der Ausgangsätze analysiert. Schließlich werden die analysierten Satzstrukturen des Ausgangstextes in die Zielsprache übersetzt (vgl. Werthmann & Witt 2014: 86f.).

Der größte Vorteil der RBMÜ ist die Tatsache, dass das Training einer RBMÜ-Engine nicht viele Satzbeispiele aus den zwei- und mehrsprachigen Korpora erfordert. Deswegen kann ein RBMÜ-Übersetzungssystem schnell eine große Menge von Texten übersetzen (vgl. Choudhury & McConnell 2017: 37). Da die RBMÜ-Engine auf den linguistischen Regeln eines Sprachpaars basiert, bietet diese Art der maschinellen Übersetzung zudem den Vorteil, dass der maschinell erstellte Text grammatikalisch korrekt ist und so beim Post-Editing weniger Aufwand benötigt wird (vgl. Marheinecke 2016). Wie bereits erwähnt, basiert das RBMÜ-System auf zwei- oder mehrsprachigen Wörterbüchern mit den grammatikalischen Regeln bestimmter Sprachen, die manuell zusammen erstellt werden müssen. Aus diesem Grund muss für jedes Sprachpaar das jeweilige Parser-Software-Programm mit Hilfe des Wörterbuchs erstellt werden, was die Arbeit zeitaufwendiger macht. Daher wird die RBMÜ durch statistische oder hybride Übersetzungssysteme ersetzt.

Die statistische maschinelle Übersetzung (SMÜ) wurde in den 80er Jahren entwickelt und sie ist bis heute das beliebteste maschinelle Übersetzungssystem. Im Gegensatz zur RBMÜ besteht die SMÜ-Engine nicht nur aus einer großen Menge mehrsprachiger Parallelkorpora, sondern auch aus einsprachigen Korpora (vgl. Choudhury & McConnel 2017: 39). Das SMÜ-System, wie der Name andeutet, basiert auf Statistik, und zwar auf statistischen Wahrscheinlichkeitsprinzipien bzw. -berechnungen. Dies bedeutet, dass es

eine Auswertung von großen parallelen und alignierten Sprachdaten stützt und berechnet, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass ein ausgangssprachlicher Term, z.B. ein Wort bzw. eine Phrase oder ein Satz, mit einem zielsprachlichen Term übersetzt wird. (Werthmann & Witt 2014: 92f.)

Werthmann und Witt (2014) beschreiben weiter, dass bei der Wahrscheinlichkeit u.a. die Faktoren Worthäufigkeit, Wortstellung im Satz oder Satzlänge berücksichtigt werden. Das Ergebnis dieser Berechnung ist:

ein im Training selbstständig erlerntes Übersetzungsmodell, das eine Liste von Übersetzungsmöglichkeiten für jeden Ausgangssprachlichen Term mit der berechneten Wahrscheinlichkeit seiner zielsprachlichen Entsprechungen enthält. (Werthmann & Witt 2014: 93)

Die Übersetzung von Texten durch SMÜ erfolgt in zwei Schritten. Der erste Schritt besteht darin, die Segmente eines bestimmten Textes zu alignieren und zu extrahieren. Im zweiten Schritt werden die extrahierten Segmente des Ausgangstextes mit dem Segment des Zieltextes verbunden, um die Wahrscheinlichkeit zu berechnen und dann die beste Übersetzung für das Segment des Ausgangstextes auszuwählen (vgl. Forcada 2017: 300). Choudhury und McConnell (2017) fügen noch hinzu, dass im Gegensatz zur RBMÜ die SMÜ-Engine keine linguistischen Regeln folgen.

Der wichtige Vorteil der SMÜ ist die Tatsache, dass dieses maschinelle System über eine große Sprachdatenbank verfügt. Dies ermöglicht schnell, eine Übersetzung zu erstellen, da die SMÜ keine sprachlich-grammatischen Regeln berücksichtigt. Außerdem ist der Aufbau der SMÜ-Engine weniger zeitaufwendig als die RBMÜ, weil sie nicht manuell erstellt werden muss.

Der große Nachteil der SMÜ ist, wenn die in der SMÜ-Engine verwendeten Korpora sich von dem zu übersetzenden Text unterscheiden. Choudhury und McConnell (2017) haben betont, dass es wichtig ist, zuerst die Engine mit solchen Texten zu trainieren, die der Engine ähneln. Weiter weisen Choudhury und McConnell (2017) darauf hin, dass die statistisch maschinell übersetzten Texte nicht der Veröffentlichung, sondern dem besseren Verständnis der Texte dienen. Der Grund dafür ist, dass sie keine grammatischen bzw. linguistischen Regeln beachtet, sodass die statistisch maschinell übersetzten Texte kein Post-Editing mehr erfordern. Weiterhin sind bei der SMÜ solche Sprachpaare problematisch, bei denen der Sprachkorpus nicht ausreichend entwickelt ist, um den Ausgangstext vollständig zu übersetzen. Diese Gruppe umfasst hauptsächlich slawische Sprachen, die einen hohen Schwierigkeitsgrad bei der Deklination und Konjugation von Wörtern aufweisen, u. a. Polnisch, Russisch, Tschechisch und Slowakisch (vgl. Choudhury & McConnell 2017: 39).

Die hybride maschinelle Übersetzung ist ein automatisches System, in dem RBMÜ und SMÜ vereint wurden, um aus jedem Ansatz die Vorteile herauszufiltern (vgl. Choudhury & McConnell 2017: 40). Die hybride maschinelle Übersetzung gliedert sich in zwei Gruppen:

- die RBMÜ-Engine, die SMÜ verwendet, d. h. der Text wird zuerst durch die regelbasierte maschinelle Übersetzung übertragen und wird dann von der statistischen maschinellen Übersetzung unterstützt, d. h. Fehler werden korrigiert oder der Text wird bei Bedarf vollständig ersetzt (vgl. Choudhury & McConnell 2017: 40).
- die SMÜ-Engine, die auf RBMÜ basiert, d. h. das regelbasierte Übersetzungssystem unterstützt die statistische maschinelle Übersetzung durch Hinzufügung von sprachlichen Informationen, wie Substantiv, Verb, Tempus etc. (vgl. Choudhury & McConnell 2017: 40).

1.5 Neuronale maschinelle Übersetzung

Da der Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Masterarbeit die neuronale maschinelle Übersetzung ist, wird sie in diesem Kapitel ausführlich beschrieben. Im Folgenden wird definiert, was neuronale maschinelle Übersetzung ist, was ihre Vorteile und Nachteile sind und wie das neuronale maschinelle Übersetzungsmodell aussieht.

Die neuronale maschinelle Übersetzung (NMÜ) ist ein relativ neuer Ansatz im Bereich der Computerlinguistik. Die ersten Untersuchungen dieses maschinellen Übersetzungssystems begannen zwar schon im Jahr 2014, aber erst zwei Jahre später erfolgte ihr Durchbruch. 2016 weckte die neuronale maschinelle Übersetzung nicht nur unter SprachwissenschaftlerInnen großes Interesse, sondern auch unter gewöhnlichen Usern (vgl. Vashee 2017: 44). Im Bereich der neuronalen maschinellen Übersetzung gilt Mikel L. Forcada als Pionier. Forcada (2017: 292) definiert die neuronale maschinelle Übersetzung als

[...] new breed of corpus-based machine translation (also called *data-driven* or, less often, *corpus-driven machine translation*). It is *trained* on huge corpora of pairs of source language segments (usually sentences) and their translations, that is, basically from huge translation memories containing hundreds of thousands or even millions of translation units. (Forcada 2017: 292)

Forcada (2017: 293) weist weiter darauf hin, dass der Name *neuronale maschinelle Übersetzung* selbst irreführend ist. Die neuronale maschinelle Übersetzung, wie der Name schon andeutet, steht jedoch in keinem Zusammenhang mit menschlichen Neuronen, genauer gesagt mit den Gehirnfunktionen. Die neuronale maschinelle Übersetzung stützt sich auf künstliche Neuronen, die den menschlichen Nervenzellen ähnlich sind. Die künstlichen Neurone bilden riesige Netzwerke, deren Arbeit von der Stärke ihrer Verknüpfung abhängt. Künstliche neuronale Netzwerke werden:

Rechenmodelle mit der Fähigkeit genannt, sich anzupassen oder zu lernen, zu verallgemeinern und Daten zu gruppieren, deren Arbeitsweise auf paralleler Verarbeitung basiert. Darauf nutzen sie eine Struktur von netzwerkartig verknüpften Prozessoren den künstlichen Neuronen. (Schnöeburg & Hasen Gawelczyk 1990: 14; Kröse & van Smagt 1996: 13 zit. nach Matthiesen 2017)

Abschließend wird die neuronale maschinelle Übersetzung auf einem neuronalen Netzwerk aufgebaut, das aus einer großen Anzahl an parallelen Prozessoren mit Zugang zu einem lokalen Speicher besteht. Aus diesem Grund kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die neuronale maschinelle Übersetzung mit einer großen Menge an Sprachdaten trainiert werden kann. Beim Training des Netzwerkes wird die Verbindungsstärke zwischen Neuronen optimiert, unabhängig davon, ob die künstlichen neuronalen Netzwerke bei der Datenverarbeitung aktiv oder inaktiv sind. Beim Trainingsprozess wird außerdem die Entwicklung neuronaler Netzwerke stimuliert, wie es im menschlichen Gehirn beim Lernen der Fall ist (vgl. Heuer 1997: 16; Kinnebrock 1992: 13; Matthiesen 2017).

Wie bereits festgestellt, wird die neuronale maschinelle Übersetzung seit 2014 aufwendig erforscht. Basierend auf einem Bericht von Google aus dem Jahr 2016, haben die ForscherInnen herausgefunden, dass die neuronale maschinelle Übersetzung eine Schnittstelle zwischen Menschen und Maschine bzw. Computer ist. Microsoft ist dagegen der Auffassung, dass die neuronale maschinelle Übersetzung mit der Mensch-Maschine-Beziehung auf gleicher Stufe steht. Dies hat zur Diskussion über den Einsatz der neuronalen maschinellen Übersetzung und zum möglichen Ersatz menschlicher ÜbersetzerInnen beigetragen (vgl. Castilho et al. 2017; Hassan et al. 2018; Moorkens 2018: 5; Wu et al. 2016). Die neuronale maschinelle Übersetzung gilt darüber hinaus „als eine vielversprechende Methode, die die Möglichkeiten erschließen könnte, eine Brücke zwischen statistischen maschinellen Übersetzungssystemen zu bauen.“ (Baniata & Park 2018: 5) Aus diesem Grund kann man in der Literatur viele Studien finden, die einen Vergleich zwischen der neuronalen maschinellen und statistischen Übersetzung anstellen.

Wie die statistische maschinelle Übersetzung besteht die neuronale maschinelle Übersetzung aus zwei- bzw. mehrsprachigen Textkorpora. Zusätzlich wird sie auf einen großen parallelen sprachlichen Korpus trainiert. Die neuronal übersetzten Segmente werden weiterhin nach dem Wahrscheinlichkeitsprinzip berechnet. Im Gegensatz zur statistischen maschinellen Übersetzung wird die neuronale maschinelle Übersetzung außerdem auf neuronalen Netzen aufgebaut. Ein weiterer Unterschied zwischen diesen beiden Übersetzungssystemen besteht darin, dass die Berechnung des Wahrscheinlichkeitsprinzips anders erfolgt. Im Kontrast zur statistischen maschinellen Übersetzung, bei der die Wahrscheinlichkeit aufgrund der

Auswertung der Worthäufigkeit in den großen parallelen Korpora zuerst berechnet wird, erfolgt die Berechnung der Wahrscheinlichkeit jedes Wortes in einem Zielsatz bei der neuronalen maschinellen Übersetzung unter Berücksichtigung des Kontextes des ganzen Ausgangstextes. Die neuronale maschinelle Übersetzung verwendet für jedes einzelne Wort eine Vielzahl an sprachlichen Informationen wie Deklination, Konjugation sowie Kontext des Wortes im Satz. Alle diese Informationen werden in der Engine des neuronal maschinellen Übersetzungssystems gespeichert und erlernt. Schließlich werden die neuronalen Netze verwendet, um sie zu kodieren und das beste translatorische Ergebnis zu erzielen (vgl. Forcada 2017: 299f.).

Aufgrund der oben genannten Unterschiede zwischen der statistischen und neuronalen maschinellen Übersetzung behauptet Forcada (2017: 300), dass bei den neuronal maschinell erstellten Segmenten nicht die Fehler erkannt werden können, weil die neuronale maschinelle Übersetzung wortwörtlich die gesamten Segmente des Ausgangstextes überträgt. Forcada (2017) erklärt dies im folgenden Beispiel:

This is clearly visible if one uses Google Translate, which is migrating from SMT to NMT. For language pairs that still use SMT, the correspondences between source and target phrases may be revealed when the mouse hovers over the target sentences; for language pairs using NMT, whole sentences are highlighted instead. Possible errors in NMT are therefore much harder to trace back to *phrase*-pairs found in the bilingual corpus used to train the system. (Forcada 2017: 30)

Um den ÜbersetzerInnen die Fehlererkennung im Zieltext zu erleichtern, begannen die ForscherInnen nach einer Lösung zu suchen, um das beste Modell für die neuronale maschinelle Übersetzung zu entwickeln. Eine solche Lösung war der Einsatz von Deep-Learning (vgl. Vashee 2017: 45).

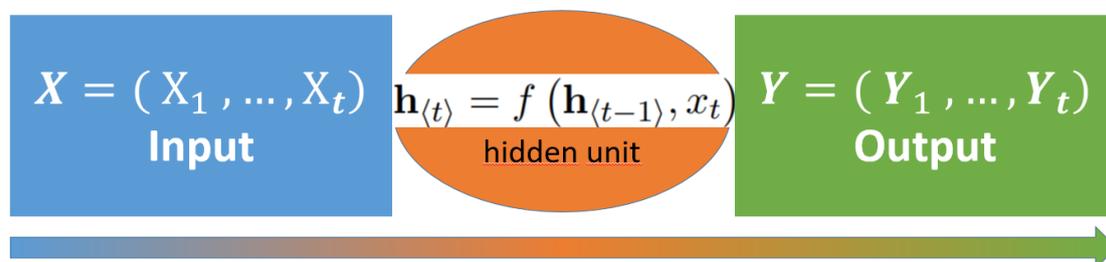
Deep-Learning ist eine Unterkategorie des maschinellen Lernens. Im Gegensatz zum maschinellen Lernen, das mathematische Algorithmen und Wahrscheinlichkeiten sowie Gemeinsamkeiten zwischen Ausgangs- und Zieltext verwendet, hilft Deep-Learning beim Trainingsprozess einer Maschine, die neuronalen Netze anzuordnen (vgl. Aunkofer 2018). Um die neuronalen Netze in Ordnung zu bringen, muss Deep-Learning große Datenmengen verarbeiten und sie analysieren. Dank Deep-Learning kann die Maschine selbständig und ohne menschliches Zutun ihre Qualität verbessern. Dies wird außerdem durch die Extraktion und Klassifizierung der vorhandenen Daten und Informationen in einer Engine ermöglicht. Ferner werden die gesammelten Trainingsdaten miteinander korreliert und in einem breiteren Kontext miteinander verknüpft. Schließlich ist die Maschine fähig, Entscheidungen auf Grundlage dieser Verknüpfungen zu treffen (vgl. Lizel & Luber 2017). Im nächsten Kapitel wird kurz eine

der am häufigsten verwendeten Modelle der neuronal maschinellen Übersetzung beschrieben, das auf Deep-Learning basiert.

1.5.1 Das Encoder-Decoder-Modell bei der neuronalen maschinellen Übersetzung

Die neuronalen maschinellen Übersetzungssysteme stützen sich vor allem auf ein Encoder-Decoder-Modell. Das Encoder-Decoder-Modell (auch: seq2seq-Modell) besteht „aus zwei rekurrenten Netzmodellen“ (RNN), d. h. Encoder und Decoder (vgl. Lin 2017: 4; Ma’amari 2018). In diesem Modell werden beide RNNs gleichzeitig und gemeinsam trainiert und geschult, „um die bedingte Wahrscheinlichkeit der Zielsequenz bei einer Quellensequenz zu maximieren“ (Lin 2017: 4). Das Ziel des Encoder-Decoder-Modells besteht darin, das *fixed length input* mit *fixed length output* abzubilden (s. Grafik 1). Das Encoder-Decoder-Modell ist außerdem dazu geeignet, die unterschiedliche Länge der Sequenzen zwischen Ausgangs- und Zieltext zu übertragen:

eine Sequenz variabler Länge (variable-length) wird in eine Vektordarstellung mit fester Länge (fixed-length) kodiert und dann eine gegebene Vektordarstellung mit fester Länge zurück in eine Sequenz variabler Länge dekodiert. (Lin 2017: 6)



Grafik 1 eine schematische Darstellung von Encoder-Decoder-Modell nach Lin (2017: 5)

Das RNN Encoder-Decoder-Modell besteht aus drei Phasen:

1. das Encodieren des Inputs (x)
2. die Einführung einer nichtlinearen Schicht durch versteckte Einheiten (h)
3. das Decodieren des Outputs (y)

Der Encoder hat zum Ziel, alle sprachlichen Informationen über eine Sequenz (x) aus einem Ausgangstext zusammen mit ihrem Kontext zu kodieren. Dafür verwendet der Encoder viele versteckte Einheiten, die eine versteckte Schicht bilden. Die Aufgabe der versteckten Schicht

besteht darin, die linearen Verbindungen zwischen Ausgangs- und Zielsequenzen zu verhindern. Dies hilft dem neuronalen Netzwerk, hoch nichtlineare Schichten zu formen und dem Decoder zunächst genau eine Zielsequenz vorherzusagen (vgl. Dziubek 2018). Zusätzlich verbessern die versteckten Einheiten „sowohl die Speicherkapazität als auch die Leichtigkeit des Trainings der neuronalen maschinellen Übersetzung“ (Lin 2017: 4). Der Decoder analysiert dann alle Informationen über die Ausgangssequenz, d. h. Wörter und ihre Satzstellung, Morphologie sowie Interpunktion und erzeugt dann das beste translatorische Ergebnis der Sequenz (vgl. Kostadinov 2019).

Lin (2017: 7) unterscheidet zwei Möglichkeiten, wie das RNN Encoder-Decoder-Modell angewandt werden kann. Die erste Möglichkeit ist, nur eine Zielsequenz auf Basis der Ausgangssequenz zu erstellen. Die zweite Möglichkeit besteht nur in der Beurteilung der Wahrscheinlichkeit zwischen der Ausgangs- und Zielsequenz. In der zweiten Möglichkeit wird jedes Sequenzpaar aus dem sprachlichen Korpus erstellt, auf dem das Modell bzw. die Engine des maschinellen Übersetzungssystems trainiert wird.

1.5.2 Vorteile und Nachteile der neuronalen maschinellen Übersetzung

Nach einer kurzen Beschreibung des Encoder-Decoder-Modells werden in diesem Kapitel Vor- und Nachteile der neuronalen maschinellen Übersetzung beschrieben. Dafür wurden Untersuchungen durch den Vergleich der neuronalen mit der statistischen maschinellen Übersetzung mithilfe von BLEU-score durchgeführt.

Ein Vorteil der neuronalen maschinellen Übersetzung ist, dass sie die Fähigkeit besitzt, eine große Anzahl von natürlich, fließend und menschlich klingenden Sätzen zu erstellen. Die neuronale maschinelle Übersetzung macht lediglich eine kleine Anzahl von grammatischen Fehlern. Dies bezog sich vor allem auf die Sprachen, die sich durch eine morphologische Komplexität auszeichnen, wie Englisch, Spanisch, Französisch oder Chinesisch. Die morphologischen Fehler betrafen Artikel und Sprachkollokationen. Weiter wurde eine kleine Anzahl von Fehlern in Bezug auf Wortstellung, Konjugation des Verbes sowie Auslassungen von einigen Verben in einem Zielsatz festgestellt. Der wichtigste Vorteil, den die ForscherInnen erwähnt haben, ist die Tatsache, dass die neuronale maschinelle Übersetzung ohne menschlichen Eingriff lernt, was zu einer einfachen Modellierung der Engine der neuronalen maschinellen Übersetzung führt, wie bei der statistischen maschinellen Übersetzung (vgl. Castilho et al. 2017: 111ff.; Moorkens 2018; Vashee 2017: 46).

Obwohl die neuronale maschinelle Übersetzung natürlich klingende Sätze erstellen kann, wird die Qualität der so erzeugten Texte gering. Bei neuronal maschinell übersetzten Texten sind Präpositionen, Wörter mit doppelter Bedeutung oder Verlaufsformen der Verben falsch, sie wurden wortwörtlich übersetzt. Darüber hinaus werden viele Auslassungen und unnötige Wortergänzungen von Wörtern gefunden, was zu *overtranslation* und *undertranslation* des Textes führen kann. Zusätzlich werden einige Wörter falsch übersetzt und demzufolge wird nicht die ursprüngliche Bedeutung des Ausgangstextes wiedergegeben, obwohl sie für den Zielttext geeignet ist. Aus diesen Gründen ist es bei der neuronalen maschinellen Übersetzung schwierig, wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben wurde, Fehler in der maschinell erstellten Übersetzung zu bestimmen, wie bei der statistischen maschinellen Übersetzung. Der Prozess von Deep-Learning eines neuronalen Netzes ist immer noch nicht ein ausreichend entwickelter Bereich. Dementsprechend ist es oft unklar, welche Fehler in einem Zielsatz korrigiert werden müssen, die über die ständige Hinzufügung neuer und vielfältiger Daten hinausgeht (vgl. Castilho et al. 2017: 111ff.; Moorkens 2018: 17; Vashee 2017: 57).

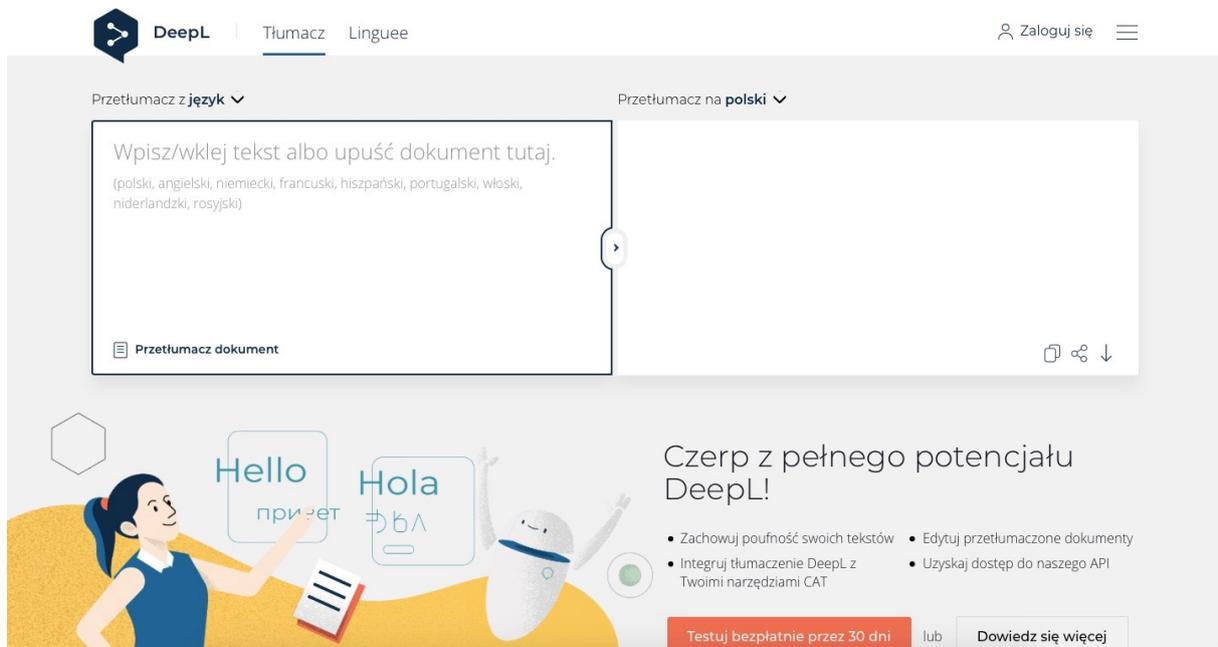
Dabei ist zu beachten, dass die oben genannten Vor- und Nachteile der neuronalen maschinellen Übersetzung auf Grundlage der Forschung u. a. aus dem Japanischen, dem Deutschen, dem Tschechischen, dem Spanischen, dem Russischen ins Englische angeführt wurden. In der folgenden Masterarbeit wird das polnisch-deutsche Sprachpaar untersucht.

1.6 DeepL – die neuronale maschinelle Übersetzung

Da sich die vorliegende Masterarbeit auf die neuronale maschinelle Übersetzung bezieht, wird für die Untersuchung das neuronale Online-Übersetzungssystem DeepL verwendet. In diesem Kapitel wird das DeepL-System kurz beschrieben sowie eine Studie, die die translatorischen Ergebnisse dieser maschinellen Übersetzung zusammenfasst, dargestellt.

DeepL ist ein kostenloses maschinelles Online-Übersetzungssystem, das im August 2017 in Köln von Gero Frahling auf den Übersetzungsmarkt gebracht wurde (s. Grafik 2). DeepL ist eine neuronale maschinelle Übersetzungssoftware, die auf der Deep-Learning-Technologie basiert und rekurrente Netze einsetzt. Derzeit bietet DeepL Übersetzungen in Polnisch, Englisch, Deutsch, Französisch, Portugiesisch, Italienisch, Niederländisch und Russisch (vgl. DeepL 2019) an. Das Unternehmen wurde 2009 zuerst als Linguee gegründet. DeepL-Übersetzer verwenden diese riesige Datenbank mit übersetzten Sätzen, die über die Linguee-Suchmaschine gesammelt wurden. Seit seiner Gründung gilt das DeepL-Tool als starker Konkurrent für Google Translator oder Bing Translator. Das Unternehmen behauptet, dass

DeepL die beste Online-Suchmaschine für Übersetzungen auf dem Markt ist. Die von ihnen eingesetzte künstliche Intelligenz stimmt Übersetzungen sorgfältig und präzise auf Wörter ab und ist in der Lage, die Nuancen der Sprache zu erfassen. Das Tool ist sehr gut im Umgang mit Phrasen (vgl. DeepL 2019; Szczyński 2017).



Grafik 2 Das Erscheinungsbild von DeepL (2019)

2017 hat DeepL selbst Blindtests, in denen die professionellen ÜbersetzerInnen die Qualität von DeepL bewertet und mit anderen bekannten Übersetzungssystemen wie Google oder Microsoft verglichen, durchgeführt. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass DeepL drei Mal besser als andere MÜ-Tools ist. Die ÜbersetzerInnen haben die Qualität des MÜ-Textes mit dem BLEU-Score verglichen (vgl. DeepL 2019). Daraus lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass DeepL als neuronale maschinelle Übersetzung im Bereich der Fachwissenschaft sehr gute Resultate liefern kann.

Die oben erwähnten Blindtest haben jedoch nur die MÜ-Outputs aus dem Englischen, dem Spanischen und dem Französischen ins Deutsche, Englische oder Spanische betroffen. Damit wird jedoch gesagt, welche Arten von Texten mit Hilfe von DeepL übertragen wurden. In dieser Masterarbeit werden Fachtexte aus dem technischen Bereich aus dem Deutschen ins Polnische maschinell übersetzt.

2. Post-Editing

Im Bereich des Post-Editings werden bis heute nicht so viele Forschungen durchgeführt. Obwohl das Post-Editing mit dem Fortschritt der maschinell übersetzten Systeme entwickelt wurde, wird es immer noch in den Hintergrund gestellt. Anhand der verfügbaren Theorie wird in diesem Kapitel der Masterarbeit der Begriff des Post-Editings beschrieben.

Zuerst wird ein Überblick der Geschichte des Post-Editings präsentiert. Dann wird definiert, was Post-Editing bedeutet, welches Ziel es hat und wie dessen Prozess aussieht. Schließlich wird die Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing sowie der Zeitaufwand des Post-Editings gegenüber der Humanübersetzung verglichen.

2.1 Geschichte des Post-Editings

Die Geschichte des Post-Editings beginnt gleichzeitig mit der Entwicklung der maschinellen Übersetzung, nämlich in den Jahren 1950-1960. Aus diesem Grund kann behauptet werden, dass die Erforschung des Post-Editings mit der Einführung der maschinellen Übersetzungssysteme einhergeht. Die ersten Post-EditorInnen fanden anfänglich Arbeit nur in solchen Unternehmen, die die maschinelle Übersetzung nutzten, und zwar bei RAND. In diesem Unternehmen wurden die ersten maschinell übersetzten Texte aus dem Englischen ins Russische posteditiert. Um Post-EditorIn bei RAND zu werden, musste man SprachwissenschaftlerIn mit sehr guten Kenntnissen in Russisch und Englisch sein. Anfang der 1960er Jahre wurde bei diesem Unternehmen das erste Lehrbuch zum Post-Editing russischer Texte veröffentlicht (vgl. García 2012: 294).

Als die damaligen ForscherInnen hinsichtlich der Entwicklung der maschinellen Übersetzungssysteme die erste große Enttäuschung hinnehmen mussten, ging ALPAC in seinem Bericht auch auf das Thema des Post-Editings ein und behauptete, dass die Post-Edition die einzige Möglichkeit sein könnte, die maschinell erstellten Texte für die weitere Verwendung nützlich zu machen. Allerdings änderte ALPAC schnell seine Meinung über das Post-Editing. Dies passierte nach der Bewertung einer Post-Editing-Situation in der Technologieabteilung bei der US-Luftwaffe, wo 43 MitarbeiterInnen zusammen mit den RedakteurInnen täglich 100.000 russische Wörter übersetzten. ALPAC kritisierte diese Situation und stellte fest, dass die gleichen Texte billiger und schneller erstellt worden wären, wenn sie von Anfang an von einem Menschen übersetzt würden. Weiter erklärte ALPAC, dass das Post-Editing mehr Zeit in Anspruch nimmt sowie schwieriger ist als die manuelle Übersetzung. Zusätzlich führt das Post-Editing zu einer schlechteren Qualität des Textes.

Infolgedessen schlug ALPAC die maschinelle Übersetzung mit menschlicher Hilfe (eng. Human-aided Maschine Translation) vor, bei der die ÜbersetzerInnen elektronische Glossare verwenden. ALPAC schätzte, dass durch die Verwendung der Maschinellen Übersetzung mit menschlicher Hilfe die Fehlerquote um 50% sinken und die Produktivität der ÜbersetzerInnen um mehr als 50% steigen könnten (vgl. García 2012: 295).

Der von ALPAC veröffentlichte Bericht hat allerdings die Forschung sowohl im Bereich des Post-Editings als auch der maschinellen Übersetzung nur unvollständig eingestellt. Die ForscherInnen haben die maschinellen Übersetzungssysteme so weiterentwickelt, dass der Post-Editing-Prozess der maschinell erzeugten Texte nur minimal wäre (vgl. García 2012: 297).

Bereits Mitte der 80er Jahre war es möglich, maschinell übersetzte Texte am Computer nachzubearbeiten. Auf dem Bildschirm befanden sich zwei Fenster, die nebeneinander gelegt wurden. Ein Fenster zeigte den Ausgangstext und das andere Fenster den maschinell erstellten Zieltext an, der dann posteditiert werden konnte (vgl. García 2012: 297).

In den 90er Jahren wurde ein Anstieg der Anzahl von posteditierten Seiten von 30.000 im Jahr 1990 auf 180.000 im Jahr 1995 bei der Europäischen Kommission festgestellt. Seit 1996 kommt das Post-Editing von freiberuflichen ÜbersetzerInnen zum Einsatz. Trotz des steigenden Interesses am Post-Editing war die maschinelle Übersetzung stets das Hauptthema vieler Konferenzen im Bereich der Translation. Das Post-Editing wird nur in geringem Umfang erwähnt, und zwar wenn es um die Bewertung der Qualität der bestimmten maschinellen Übersetzungssysteme ging (vgl. García 2012: 298).

2.2 Was ist Post-Editing?

Trotz der ständigen Entwicklung der verschiedenen maschinellen Übersetzungssysteme sind die Kunden nicht immer mit der Qualität der maschinell erstellten Texte zufrieden. Aus diesem Grund ist das Post-Editing dieser Texte erforderlich (vgl. Carl et al. 2019: 60).

Unter Post-Editing (auch Postediting oder Postedition) wird „die maschinell generierte durch den HumanübersetzerInnen nachbearbeitete und verbesserte Übersetzung, um das erwünschte Qualitätsniveau zu erreichen“ (Rinner 2016: 10) verstanden. Allen (2003: 297) weist darauf hin, dass Post-Editing vor allem mit Nachbearbeitung und Verbesserung der maschinell erstellten Texte verbunden ist und nicht mit den Texten, die von Anfang an vom Menschen übersetzt werden. O’Brien (2011) fügt noch zu der Definition des Post-Editings die Qualitätskriterien hinzu, nach denen maschinell erzeugte Texte nachbearbeitet werden müssen (vgl. Čulo 2016: 1).

Das Ziel des Post-Editings (PE) ist es, die Qualität der maschinell übersetzten Texte zu verbessern (vgl. Viera 2014: 187f.). In erster Linie muss eine posteditierte Übersetzung verständlich sein. Screen (2019: 139) merkt außerdem an, dass die Post-Edition den Übersetzungsprozess effizienter gestalten soll als die manuelle Übersetzung. Die Effizienz des Post-Editing-Prozesses hängt nicht nur von der Qualität der maschinellen Übersetzung, sondern auch von den Anforderungen und Bedürfnissen der KundInnen bezüglich der Qualität des Textes nach der Post-Edition ab (vgl. Baez & Carl 2019: 110; Doherty & Gaspari 2013: 6). Viera (2014: 188) unterscheidet im Post-Editing-Prozess „drei Textbereiche“, und zwar den Ausgangstext (AT), die Rohübersetzung, d. h. die maschinell generierte Übersetzung, die nur teilweise fertig ist und den posteditierten Zieltext (ZT) (vgl. Allen 2003: 298).

Das Post-Editing weist ferner ähnliche Vor- und Nachteile wie die maschinelle Übersetzung auf. Ein Vorteil des Post-Editings besteht darin, dass die ÜbersetzerInnen bereits einen übersetzten Text haben, aus dem sie die maschinell übersetzten Segmente übernehmen können. Ein weiterer Vorteil des Post-Editings ist, dass die ÜbersetzerInnen sicher sein können, dass im maschinell erstellten Text nichts ausgelassen oder wiederholt wird sowie keine Schreibfehler auftreten, wie es bei der Übersetzung ohne Einsatz einer Maschine der Fall sein kann (vgl. Krings 2001: 11f.). Die Liste von Vorteilen des Post-Editings endet hier. Leider findet man mehr Nachteile als Vorteile, die den Nachteilen der maschinellen Übersetzung ähneln.

Ein Nachteil des Post-Editings ist die Nachbearbeitung des Textes selbst. Die ÜbersetzerInnen beschwerten sich oft über eine schlechte Qualität der maschinell generierten Segmente, die dann verbessert werden müssen. Ein weiterer Nachteil ist die Tatsache, dass die ÜbersetzerInnen befürchten, sich an den Satzbau der von der Maschine erstellten Segmente zu gewöhnen und so nicht mehr fähig zu sein, Fehler auf lexikalischer oder syntaktischer Ebene erkennen zu können. Eine Neuübersetzung bestimmter Segmente, die nicht mit dem Ausgangstext übereinstimmten, erwies sich als problematisch für die ÜbersetzerInnen. Schließlich wird die negative Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing, bevor sie mit dieser Tätigkeit beginnen, als nachteilig empfunden (vgl. Krings 2001: 12f.).

Trotz vieler Nachteile des Post-Editings besteht heutzutage eine große Nachfrage danach, die mit dem Interesse an der maschinellen Übersetzung noch wächst. Ein solcher Faktor ist die Globalisierung, insbesondere im Bereich der Wirtschaft. In der Zeit der Globalisierung wollen die Unternehmen sich nicht nur auf ihre lokalen Lieferanten, auf eine Sprache, verlassen. Wenn ein Unternehmen seine Produkte in anderen Ländern vermarkten will, muss es beispielsweise

alle seinen technischen Dokumentationen in andere Sprachen übersetzen lassen. In einer von Allen (2003: 299) im Jahr 1998 durchgeführten Umfrage:

It was found that all such agencies were experiencing an overall 30% annual increase in translation requests. Also, the EC has even claimed up to 50% increase in translation requests per year. It is also not uncommon that companies now receive translation requests for specific types of manuals and documentation that were never previously translated. (Allen 2003: 299)

Aus diesem Grund haben viele Unternehmen begonnen, mit dem sog. „Sim-Ship“ Modell (eng. simultaneous shipment) zu arbeiten, in dem alle Dokumentationen eines bestimmten Produktes gleichzeitig in die Sprachen der potenziellen Ziellieferanten übersetzt und bereitgestellt werden (vgl. Allen 2003: 300). Da Post-Editing weniger kostet als Humanübersetzung, sind Unternehmen daran interessiert, maschinelle Übersetzungssysteme zu verwenden und damit Post-EditorInnen einzustellen.

2.3 Das Profil der Post-EditorInnen

Die erste Definition von Post-EditorInnen wurde von 1954 Victor V. Yngve eingeführt. Nach Yngve (1954: 21) sind Post-EditorInnen: „skilled in the output language but who may be entirely ignorant of the input language.“ Die Aufgabe der Post-EditorInnen besteht darin, dass sie einen maschinell erstellten Text übernehmen und in einer für UserInnen verständlichen Art und Weise den Text korrigieren. Reifler (1952) definiert gründlich die Aufgabe der Post-EditorInnen. Für ihn müssen sie “select the correct translation from the possibilities found by the computer dictionary and to rearrange the word order to suit the target language.” (zit. nach Krings 2001: 44) Zurück zu der Definition von Yngve, der als Post-EditorInnen jede Person definierte, die die Zielsprache sehr gut kennt, kann man feststellen, dass dieser Begriff nicht mehr aktuell ist. Bereits 1988 wurde behauptet, dass Post-EditorInnen nur professionelle ÜbersetzerInnen sein können, da nur sie die Fähigkeit haben, die Richtigkeit der Übersetzung zu beurteilen (vgl. Krings 2001: 12).

The translator [who is expected to become a post-editor] is the one best able to pick up errors in the machine translation, he has a fund of knowledge about the cross-language transfers of concepts, and he has technical resources at his disposal which he knows how to use in the event of doubts. (McElhaney & Vasconcellos 1988: 142f. zit. nach Krings 2001: 12)

Aufgrund der wachsenden Nachfrage nach Post-EditorInnen im Bereich der maschinellen Übersetzung wurde 1999 eine besondere Gruppe – die Post-Editing Special Interest Group von

den Mitgliedern der Association for MT In The Americas (AMTA) und der European Association for MT (EAMT) gegründet. Das Ziel der Post-Editing Special Interest Group ist, „nicht nur die Post-Editing-Richtlinie, sondern auch die Post-Editing-Qualifikationsprogramme festzulegen, die den Zertifizierungsprüfungen von American Translators Associations (ATA) ähnlich sind.“ (Allen 2003: 298f.) Da die Bestimmung der Rolle der Post-EditorInnen im Bereich der Übersetzung ein neues Phänomen ist, findet man in der Literatur bisher nicht viele Studien über die Richtlinie von Post-Editing der maschinell übersetzten Texte. Aus diesem Grund erstellen die meisten Übersetzungsbüros eigene Post-Editing-Kriterien.

2.4 Arten des Post-Editings

Die Art und Weise von Post-Editing eines maschinell übersetzten Textes ist von vielen Faktoren abhängig. Allen (2003) unterscheidet folgende Aspekte wie:

- die Art der KundInnen
- die Größe einer Dokumentation, die nachbearbeitet wird
- die Post-Editing-Zeit
- die Art von Verwendung der zu nachbearbeitenden Dokumentation
- die erwünschte Qualität eines Textes bzw. einer Dokumentation (vgl. Allen 2003: 301).

In der Übersetzungswissenschaft werden zwei Arten von Post-Editing abgegrenzt, das leichte und das vollständige Post-Editing.

Unter dem leichten Post-Editing (light post-editing oder rapid post-editing) versteht man „eine schnelle Nachbearbeitung eines MÜ-Outputs, wobei lediglich die Verständlichkeit und Terminologie sichergestellt werden.“ (Grizzo 2018: 25) Allen (2003: 302) ergänzt, dass diese Art von Post-Editing für solche Texte gilt, die nur Informationszwecken dienen. Die Grundidee von leichtem Post-Editing besteht darin, möglichst wenig Korrekturen bzw. Nachbearbeitungen innerhalb des MÜ-Textes vorzunehmen. Allen (2003: 302) betont weiter, dass solche Texte bzw. Dokumente im Wesentlichen nicht unbedingt zur öffentlichen Verwendung oder Verbreitung vorgesehen sind. Einige Fehler in Bezug auf Grammatik, Rechtschreibung und Still werden beim leichten Post-Editing des MÜ-Textes akzeptiert. Zu den Texten, die sich leicht posteditieren lassen, gehören beispielsweise Emails an KollegInnen, Arbeitspapiere für interne Sitzungen oder Sitzungsprotokolle. Letztlich betrifft das leichte Post-Editing Texte, die eine sehr kurze Lebensdauer haben (vgl. Allen 2003: 302; Grizzo 2018: 25).

Als vollständiges Post-Editing (eng. full post-editing) wird „eine zeitintensive Nachbearbeitung des MÜ-Outputs“ (Grizzo 2018: 25) bezeichnet. Das Ziel des vollständigen Post-Editing ist, den maschinell erstellten Text so zu posteditieren, dass seine Qualität, der einer manuellen Übersetzung gleichkommt. Im Gegensatz zum leichten Post-Editing soll der Text keine Fehler bezüglich Grammatik und Rechtschreibung beinhalten. Weiter entspricht der Stil des MÜ-Textes dem Stil des Textes in der Zielsprache. Aus diesem Grund ist es sehr wichtig, die Qualitätsanforderungen zuvor mit den KundInnen zu besprechen, sodass der Output gezielt und sinnvoll bearbeitet werden kann (vgl. Grizzo 2018: 25). Als Beispiel dient das Post-Editing Technischer Dokumentation.

2.5 Post-Editing vs. Humanübersetzung

In diesem Kapitel wird die Gegenüberstellung von Post-Editing und Humanübersetzung dargestellt. Die ForscherInnen haben nicht viele Ähnlichkeiten zwischen Post-Editing und Humanübersetzung gefunden. Das Einzige, was diese beiden Tätigkeiten verbindet, ist die Bestimmung der Bedürfnisse der ZielkundInnen.

Translation training programmes train translators to examine the expectations of the source language audience and to compare these to the expectations of the target language audience and to translate accordingly. Post-editors need to perform this task too. (O'Brien 2005: 101)

Eine Übersetzung, die von Anfang an von ÜbersetzerInnen gemacht wurde, unterscheidet sich sehr von maschinell erstellten Texten. Erstens wird die Humanübersetzung nicht 100% vom Computer unterstützt. Zweitens ist der Prozess der Übersetzung anders. Bei der Übersetzung des Textes lesen die ÜbersetzerInnen zuerst die Sätze aus dem Ausgangstext. Dann formulieren sie den Sinn eines bestimmten Satzes im Gehirn und schließlich verfassen sie eine Übersetzung unter Berücksichtigung aller Merkmale der Zielsprache und -kultur.

When human beings translate, they construct meaning from the sentences they read, then take this meaning and express it in another language, taking into account all of nuances of the source and target cultures, the textual world of the text in both cultures, and their knowledge of the languages involved and the differences between them. (Krings 2001: 7)

Der nächste Schritt der Humanübersetzung besteht darin, den Text von einer zweiten Person überprüfen zu lassen („4-Augen-Prinzip“). Diese Person sollte die gleichen Kenntnisse sowohl über die Kultur als auch die Sprache des Ausgangs- und Ziellandes haben. Im Falle von

menschlicher Übersetzung spricht man von einer Revision, deren Aufgabe es ist, die Übersetzung mit dem Ausgangstext hinsichtlich von Auslassungen oder Missverständnissen innerhalb eines Satzes zu überprüfen (vgl. Krings 2001: 7).

Der Unterschied zwischen Post-Editing und Humanübersetzung liegt vor allem in den Arten von Fehlern. Im Gegensatz zu den ÜbersetzerInnen, die über die sprachlichen und kulturellen Kenntnisse eines Ausgangs- und Ziellandes verfügen, hat die maschinelle Übersetzung kein solches Wissen. Darüber hinaus ist die maschinelle Übersetzung nicht geeignet, den Kontext eines Textes zu erkennen. Die maschinellen Übersetzungssysteme machen immer die gleichen sprachlichen Fehler, die die ÜbersetzerInnen während der Übersetzung ohne Einsatz der Maschine vermeiden können. Bei der maschinellen Übersetzung, wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben wurde, ist es öfters schwierig, Fehler zu erkennen und zu korrigieren. Ein weiterer Unterschied zwischen Post-Editing und Humanübersetzung liegt in der Qualität des erstellten Zieltextes. Wie bereits erwähnt, sollte sich das Post-Editing durch eine hohe Qualität auszeichnen – der maschinell generierte Text muss nur verständlich sein und nicht unbedingt zur Veröffentlichung bestimmt sein. Die Humanübersetzung sollte hingegen eine hohe Qualität aufweisen, da sie für ein breites Zielpublikum bestimmt ist (vgl. Doherty & Gaspari 2013: 8; Krings 2001: 7).

Die Wahrscheinlichkeit, dass ÜbersetzerInnen einen Fehler bei der Übersetzung eines bestimmten Begriffes begehen, ist viel geringer als beim Einsatz einer Maschine. Bei der maschinellen Übersetzung wird jedes Wort in einem Text regelmäßig falsch übertragen, was zu Irritationen bei den Post-EditorInnen führen kann. Das Gleiche gilt für die Nachbearbeitung der Syntax in einem Text. Im Falle der ÜbersetzerInnen wird derselbe Übersetzungsfehler im Text gemacht, bis sie selbst feststellen, dass die Übersetzung nicht mit dem Ausgangstext übereinstimmt:

When a human translator misunderstands, he or she will persist in translating the remainder of the text in accordance with the misunderstanding, until he or she reaches the point where the source text simply cannot be reconciled with the translator's interpretation up to that point. (Krings 2001: 7)

Krings (2001: 7) hebt ferner hervor, dass es sehr wichtig ist, den Unterschied zwischen einer Humanübersetzung und der maschinellen Rohübersetzung zu verstehen.

Often, the translator or revisor called upon to post-edit machine translation expects the same level of quality that he or she can expect from human translation, but this is an unrealistic expectation. Instead, the person working with the machine translation output must be aware of the quality expectations of the end user, which may be lower than those of the translator. (Krings 2001: 7)

An dieser Stelle muss man noch den Unterschied zwischen Humanübersetzung und Post-Editing besonders betonen. Wenn sich die ÜbersetzerInnen entscheiden, einen Text nachzubearbeiten, beschäftigen sie sich mit einem halbfertigen Text, d. h. mit der Rohübersetzung. Dies bedeutet, dass die ÜbersetzerInnen in gewisser Weise den maschinell erstellten Text akzeptieren, um ihn anschließend zu posteditieren. Allen (2003: 297f.) stellt heraus, dass es nicht die Aufgabe der menschlichen ÜbersetzerInnen ist:

This question [that has never really been touched upon before in the field of traditional translation] concerns the acceptance and use of half-finished texts. Within the [human translator] profession, creating half-finished texts is a non-issue because producing a partially completed translated text is not something that human translators do. (Allen 2003: 297f.)

2.6 Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing

In diesem Kapitel wird die Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing dargestellt. Dazu werden die Forschungsergebnisse von Guerberof Arenas aus dem Jahr 2013 und kurz von Carl, Jia und Wang aus dem Jahr 2017 referiert.

Obwohl die Nachfrage nach Post-EditorInnen auf dem Übersetzungsmarkt ständig wächst, zögern die ÜbersetzerInnen, die Texte zu posteditieren. Die Begründung dafür ist die schlechte Qualität der maschinell generierten Texte. Aus diesem Grund verschwenden die ÜbersetzerInnen keine Gedanken daran, wie viel Arbeit erforderlich ist, um einen bestimmten Text nachzubearbeiten (vgl. Carl et al. 2019: 60).

Eine kontinuierliche Post-Edition der gleichen Fehler, die eine Maschine auf lexikalischer und grammatikalischer Ebene gemacht hat, löst bei vielen ÜbersetzerInnen eine gewisse Irritation aus. Diese negative Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing macht die Nachbearbeitung einer maschinellen Übersetzung viel zeitaufwendiger als die Humanübersetzung (vgl. Krings 2001: 16).

2013 hat Guerberof Arenas eine Studie durchgeführt, um die Einstellung der professionellen ÜbersetzerInnen zum Post-Editing zu überprüfen. An der Untersuchung nahmen 24 professionelle ÜbersetzerInnen teil. In der Studie übertrugen die ÜbersetzerInnen Texte aus dem Englischen ins Spanische mithilfe des MOSES-Programms, das auf einem regelbasierten Modell basiert. Dann wurden die Texte mit der CrossLang-Software posteditiert. Nach dem Post-Editing der maschinell übersetzten Texte führten die ÜbersetzerInnen eine Online-Umfrage durch. Diese hatte zum Ziel, Informationen über die Erfahrung der ÜbersetzerInnen mit der maschinellen Übersetzung zu sammeln und schließlich zu definieren,

welche Einstellung die ÜbersetzerInnen zum Post-Editing haben (vgl. Guerberof Arenas 2013: 74f.).

Die TeilnehmerInnen dieser Studie hatten bereits eine Erfahrung mit dem Post-Editing eines maschinell übersetzten Textes. Die Erfahrung mit Post-Editing ist dennoch nicht so groß. Laut Guerberof Arenas (2013: 76) hatten 79,2% der ÜbersetzerInnen keine oder nur dreijährige Erfahrung im Post-Editing im Verhältnis zu ihrer Erfahrung in der Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung. Die Studie hat gezeigt, dass die ÜbersetzerInnen nahezu identische Meinungen über das Post-Editing haben. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Schwierigkeitsgrad der zu übersetzenden Texte immer besonders hoch war.

Interessanterweise haben die ÜbersetzerInnen trotz der vorhergehenden Erfahrung mit dem Post-Editing, immer noch Probleme, Fehler in einem MÜ-Output zu erkennen. Die meisten ÜbersetzerInnen haben zugegeben, dass das Post-Editing zeitaufwendiger als die Korrektur der Humanübersetzung ist (vgl. Guerberof Arenas 2013: 78). Dies war abhängig davon, ob ein/eine ÜbersetzerIn auf die Qualität des maschinell erstellten Textes geachtet hat. Die ÜbersetzerInnen, die den Text gründlich verbessert haben, haben mehr Zeit damit verbracht. Dies hat ebenfalls zu einer hohen kognitiven Anstrengung geführt. Die ÜbersetzerInnen haben sogar vorgezogen, eine Übersetzung von Anfang an zu erstellen, da das Post-Editing des Textes nicht nur einen hohen Zeitaufwand, sondern auch einen hohen kognitiven Aufwand zur Folge hatte:

Analyzing MT is a very complex topic and many factors are involved such as quality of the output, experience, training, purpose of the post-editing job or even quality of the “translator“ [...] If the cognitive effort is higher with certain MT segments, their perception of the whole post-editing exercise is that it takes longer. (Guerberof Arenas 2013: 87)

Für die Gruppe der ÜbersetzerInnen, die nicht auf die Qualität des Textes geachtet haben, musste der MÜ-Output nur verständlich sein (vgl. Guerberof Arenas 2013: 87).

Bei der Bestimmung der Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing spielt der Preis für die übersetzerischen Dienstleistungen eine große Rolle. Die ÜbersetzerInnen werden nach dem Geldbetrag für eine bestimmte translatorische Dienstleistung bezahlt, die von den Übersetzungsbüros angeboten wird. Einige Agenturen zahlen mehr oder weniger je nach Anzahl von Fuzzy-Matches, was sich auf die Qualität der Arbeit der ÜbersetzerInnen auswirkt:

Different translators have performed differently in very similar situations: one can be faster when post-editing than when reviewing and therefore a particular payment method might be better suited to that translator than to another. So price is definitely a factor that causes some dissatisfaction. (Guerberof Arenas 2013: 79)

Es lässt sich anhand der Forschung von Guerberof Arenas feststellen, dass die Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing von vielen Aspekten abhängt - einerseits von der Bezahlung für die übersetzerische Dienstleistung sowie der Qualität eines zu posteditierenden Textes, andererseits vom Aufwand für das Post-Editing. Die ÜbersetzerInnen haben zwar verschiedene Meinungen über das Post-Editing, aber die Einstellung der ÜbersetzerInnen war eher negativ.

Eine andere Forschung über die Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing wurde von Carl, Jia und Wang im Jahr 2017 durchgeführt. Im Gegensatz zur Studie von Guerberof Arenas, in dem die regelbasierte maschinelle Übersetzung verwendet wurde, ist hier die neuronale maschinelle Übersetzung und ihre Post-Editing untersucht worden. Die ÜbersetzerInnen haben Texte aus dem Englischen ins Chinesische maschinell übersetzt. In diesem Fall hatten die ÜbersetzerInnen eine positive Einstellung zum Post-Editing. Die TeilnehmerInnen haben festgestellt, dass das Post-Editing die gleichen Übersetzungskennnisse wie die Humanübersetzung erfordert. Carl, Jia und Wang (2019) ergänzen:

it is highly recommended that post-editing training programs should be added to universities' programs for translator training. It is reasonable to expect that, through systematic training, the student translators will benefit more from post-editing, in terms of saving processing time and reducing cognitive effort, as compared to from-scratch translation. Future studies should also involve professional post-editors to obtain more profound insights into post-editing expertise. (Carl et al. 2019: 79f.)

Nach der Darstellung dieser zwei Untersuchungen lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass die Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing auch von der Art der maschinellen Übersetzung abhängig ist. Da die vorliegende Masterarbeit sich mit neuronaler maschineller Übersetzung beschäftigt, ist es schwer zu sagen, ob die TeilnehmerInnen der im Rahmen der Masterarbeit durchgeführten Studie auch eine positive Einstellung zum Post-Editing der neuronalen maschinellen Übersetzung haben werden. Hier sei hervorgehoben, dass die Untersuchung sich mit Texten der Sprachkombination Deutsch-Polnisch befasst.

2.7 Post-Editing – Prozess und Zeitaufwand

Das Ziel des Post-Editings ist vor allem, einen maschinell erstellten Text nach den Bedürfnissen der KundInnen zu verbessern. Darüber hinaus soll die Arbeitszeit der ÜbersetzerInnen gekürzt werden. Bei dem Post-Editing müssen die ÜbersetzerInnen einen Ausgangstext nicht übersetzen, sondern den von einer Maschine erstellten Text korrigieren, was zur Beschleunigung der übersetzerischen Arbeit sowie zur Steigerung der Produktivität der ÜbersetzerInnen führt. In diesem Kapitel werden kurz der Post-Editing-Prozess und Studien zum Zeitaufwand beim Post-Editing beschrieben.

Das Post-Editing ist ein komplexer Vorgang, der mit der Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung verglichen werden kann. Post-Editing erfordert nicht nur eine kognitive Anstrengung der ÜbersetzerInnen bei der Nachbearbeitung des Textes sowie gute Kenntnisse über die Übersetzungstechniken, sondern auch eine hohe Konzentration, um Fehler im maschinell erstellten Text zu erkennen. Die ÜbersetzerInnen vergleichen zuerst ein MÜ-Segment mit einem Ausgangssegment. In dieser Phase muss eine Entscheidung getroffen werden, ob das MÜ-Segment verbessert wird oder nicht. Wenn der/die ÜbersetzerIn festgestellt hat, dass das MÜ-Segment nachbearbeitet werden muss, kommt der nächste Schritt des Post-Editings. Hier kann das MÜ-Segment teilweise verbessert werden, d. h. nur auf lexikalischer und/oder auf grammatikalischer Ebene, oder neu übersetzt werden, wenn das MÜ-Segment nicht mit dem Ausgangstext übereinstimmt. Im Falle der Neuübersetzung des MÜ-Segments müssen die ÜbersetzerInnen das Segment im Gehirn formulieren und seine Übersetzung verfassen (vgl. Salah 2018).

Die erste Studie, die sich dem Vergleich zwischen Post-Editing und Übersetzen ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung gewidmet hat, wurde bereits 1967 von Orr und Small durchgeführt. Die TeilnehmerInnen dieser Studie waren damals StudentInnen der Physik und Elektrotechnik. Ihre Aufgabe war, einen posteditierten Text mit einem manuell erstellten Text hinsichtlich des Verständnisses der beiden Übersetzungen zu vergleichen. Die Ergebnisse der Forschung haben gezeigt, dass die StudentInnen die Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzungssysteme besser verstanden als den Text nach dem Post-Editing (vgl. García 2012: 301).

Der Zeitaufwand des Post-Editings wurde zum ersten Mal von Wagner im Jahr 1987 erforscht. An dieser Studie haben ÜbersetzerInnen der CEG Luxemburg teilgenommen, die zuerst einen Text durch SYSTRAN maschinell übersetzt und dann posteditiert haben. Die TeilnehmerInnen haben zugegeben, dass „egal wie gut das maschinelle Übersetzungssystem

programmiert ist, es hilft nicht, Zeit zu sparen“ (Krings 2001: 51f.). Nach ihrer Meinung ist viel Zeit erforderlich, bis der posteditierte Text eine hohe Qualität ähnlich der Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung erreicht. Für ihr Urteil, dass das Post-Editing eines maschinell generierten Textes zeitaufwendig ist, haben die TeilnehmerInnen der Forschung die folgenden Gründe angegeben:

- die Rohübersetzung enthält viele Fehler, die menschliche ÜbersetzerInnen nie machen würden;
- die Terminologie, obwohl sie für die Textsorte geeignet ist, muss immer von den ÜbersetzerInnen geprüft werden;
- die MÜ-Systeme können nicht den Zitaten und ihren Quellenangaben gerecht werden, was zur Notwendigkeit einer zusätzlichen Recherche führt (vgl. Krings 2001: 51ff).

Gemäß dem aktuellen Forschungsstand ist die Post-Edition eines Textes schneller als die Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung (vgl. Carl et al. 2019: 62). An dieser Stelle kann man allerdings zu der Einsicht kommen, dass sich die maschinellen Übersetzungssysteme bezüglich der Verringerung des Zeitaufwands mittlerweile weiterentwickelt haben.

In der Studie von Carl et al. (2019) wurde erstmals der Zeitaufwand bei dem Post-Editing der neuronal maschinellen Übersetzung mit der Humanübersetzung verglichen. Dabei posteditierten und fertigten Studenten manuelle Übersetzungen sowohl von Alltagstexten als auch von Fachtexten aus dem Englischen ins Chinesische an. Die Ergebnisse der Forschung haben gezeigt, dass das Post-Editing von Fachtexten kürzer war als die Übersetzung derselben Texte ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung. Für die Teilnehmer erforderte das Post-Editing weniger kognitiven Aufwand und damit weniger Zeit, um den Text nachzubearbeiten. Im Falle der manuellen Übersetzung können die ÜbersetzerInnen ein paar Vorschläge für ein Segment des Textes erstellen und dann die beste translatorische Lösung auswählen, die ihren kognitiven Aufwand optimiert. „Post-editing may, therefore, save the cognitive effort needed to make decisions when there are multiple choices for certain source text words as well as the time required for consulting external resources.“ (Carl et al. 2019: 71)

Carl, Jia und Wang (2019) haben nebenbei bemerkt, dass sich die TeilnehmerInnen der Studie während des Post-Editings mehr auf den Zieltext konzentriert haben, wobei während der manuellen Übersetzung mehr Aufmerksamkeit dem Ausgangstext gewidmet wurde (vgl. Carl et al. 2019: 62).

Es lässt sich anhand der Ergebnisse der neuesten Untersuchung zum Zeitaufwand von Post-Editing und Humanübersetzung schlussfolgern, dass der Zeitaufwand beider translatorischen Tätigkeiten von vielen Faktoren abhängig ist. Zu diesen Faktoren gehören die Art und die Qualität der maschinellen Übersetzung und des (maschinell generierten) Textes. Weiter zählt man zu diesen Faktoren auch den Zustand der Korpora eines bestimmten Sprachpaars, das technische Wissen und die kognitive Anstrengung¹ der ÜbersetzerInnen sowie die Erfahrung der ÜbersetzerInnen im Post-Editing (vgl. Koponen 2016). Derselben Meinung sind ForscherInnen wie O'Brien (2005) und Krings (2001), die darauf hinweisen, dass man sich bei der Analyse des Zeitunterschiedes zwischen Post-Editing und Humanübersetzung nicht nur auf die Zeit als reine Zeiteinheit beschränken sollte, sondern auch Faktoren, wie kognitiven und technologischen Aufwand während des Post-Editings und der manuellen Übersetzung, berücksichtigen sollte.

Krings (2001: 60f.) nennt zusätzlich zwei Möglichkeiten, wie man das Post-Editing der maschinell erstellten Texte beschleunigen kann. Eine Möglichkeit, die Zeit von Post-Editing zu verkürzen, ist eine Engine der maschinellen Übersetzung mit einer Terminologiedatenbank zu verbinden. Dies würde die Arbeit der ÜbersetzerInnen an reinen Fachtexten effizienter machen, da eine solche Terminologiedatenbank aus Kategorien wie Definition, Kontext oder Abkürzungen besteht. Die zweite Möglichkeit besteht darin, ein- und mehrsprachige Wörterbücher aus einem Sprachkorpus in die Engine eines maschinellen Übersetzungssystems einzufügen. Unter dieser Tätigkeit versteht Krings (2001: 60f.) den menschlichen Eingriff, dessen Ziel ist, den ganzen Satz als eine feste Einheit in eine Engine einzufügen. Folgendermaßen müsste eine Maschine nicht die Sätze Wort für Wort analysieren.

Derzeit findet man in der Literatur nicht viele empirische Studien, deren Schwerpunkt eine vergleichende Analyse des Zeitaufwands beim Post-Editing und der Humanübersetzung wäre. Der aktuelle Forschungsstand betrifft nur das Post-Editing selbst sowie die Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing. Sehr oft konzentrieren sich die ForscherInnen auf die Produktivität der ÜbersetzerInnen insbesondere im Hinblick auf den kognitiven Aufwand bei durch Post-Editing maschinell generierten Texten und auf die Qualität des MÜ-Outputs.

Im Zusammenhang mit der Studie von Carl, Jia und Wang (2019), die die Zeit des Post-Editings der neuronal übersetzten Texte mit Humanübersetzung verglichen und die Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing erforscht haben, die ebenfalls Gegenstand dieser Masterarbeit ist, ist es schwierig zu vorherzusagen, ob das Ergebnis der Untersuchung das

¹ Die kognitive Anstrengung wird als „einen Umfang der kognitiven Prozesse definiert, die aktiviert werden müssen, um die Fehler in einem maschinell übersetzten Text zu korrigieren.“ (Krings 2001: 179)

gleiche sein wird. Dabei ist zu beachten, dass die ForscherInnen nicht bestimmt haben, mit welchem Übersetzungssystem neuronalen Modells die ÜbersetzerInnen die Texte übertragen haben. Die Ergebnisse der Studie von Carl, Jia und Wang (2019) haben gezeigt, dass das Post-Editing von neuronal erstellten Fachtexten aus dem Englischen ins Chinesische weniger Zeit in Anspruch genommen hat als die manuelle Übersetzung. Außerdem haben die ÜbersetzerInnen eine positive Einstellung zum Post-Editing des neuronalen MÜ-Outputs. Diese Zufriedenheit kann sich aus dem gut entwickelten englisch-chinesischen Sprachkorpus in der Sprachtechnologie ergeben. In der vorliegenden Masterarbeit werden beide Fachtexte aus dem Deutschen ins Polnische neuronal maschinell mit DeepL und manuell übersetzt. Im nächsten Kapitel werden die Merkmale der polnischen Sprache und der aktuelle Stand des polnischen Sprachkorpus in der Sprachtechnologie beschrieben.

3. Polnische Sprache in der Sprachtechnologie

In der vorliegenden Masterarbeit werden die Texte aus dem Deutschen ins Polnische mit dem neuronal maschinellen Übersetzungssystem DeepL übertragen, posteditiert und manuell übersetzt. In diesem Kapitel wird die polnische Sprache in der Sprachtechnologie bzw. Sprachindustrie beschrieben. Zuerst werden die wichtigsten Merkmale der polnischen Sprache dargestellt. Dann werden die Herausforderungen der polnischen Sprache für die Sprachtechnologie präsentiert.

3.1 Merkmale der polnischen Sprache

Polnisch gehört zur indoeuropäischen bzw. slawischen Sprachgruppe. Im Jahr 2015 wurde geschätzt, dass die polnische Sprache von 40-48 Millionen Menschen innerhalb und außerhalb Europas gesprochen wird. Dies macht Polnisch zu einer der am häufigsten gesprochenen Sprachen der Welt (vgl. Miłkowski 2015: 10; Pisarek 2007: 1).

Wie andere slawischen Sprachen ist die polnische Sprache durch ihre Komplexität auf lexikalischer und syntaktischer Ebene gekennzeichnet. Dies bereitet viele Probleme nicht nur beim Lernen, sondern auch bei einem richtigen Programmieren dieser Sprache. Im Folgenden werden die typischen Merkmale der polnischen Sprache vorgestellt.

3.1.1 Freie Wortstellung

Die polnische Syntax zeichnet eine relativ freie Wortstellung aus. Obwohl im Polnischen das Prinzip von Subjekt-Prädikat-Objekt (SPO) gilt, kann sich diese Regel je nach Kontext des Satzes ändern. Das hängt vor allem davon ab, welche Information für SprecherIn bzw. SchreiberIn bedeutend ist (vgl. Jelen 2011:24; Miłkowski 2015: 10).

Miłkowski (2011: 11) zeigt die freie Wortstellung in der polnischen Sprache anhand des Beispiels (s. Tabelle 1) eines englischen Satzes, der sich nur auf zweierlei Weise erfassen lässt, wobei der gleiche Satz im Polnischen auf neun verschiedene Arten formuliert werden kann. Der Autor betont darüber hinaus, dass einige Satzmöglichkeiten nicht mehr üblich sind.

Tabelle 1 Die freie Wortstellung im Polnischen vs. im Englischen nach Miłkowski (2015: 11)

Englische Sprache	Polnische Sprache
<ul style="list-style-type: none"> • The woman gave the man an apple. • An apple was given to the man by the woman. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kobieta dała mężczyźnie jabłko. • Kobieta mężczyźnie dała jabłko. • Kobieta mężczyźnie jabłko dała. • Jabłko mężczyźnie dała kobieta. • Jabłko kobieta dała mężczyźnie. • Jabłko dała kobieta mężczyźnie. • Mężczyźnie jabłko dała kobieta. • Mężczyźnie jabłko kobieta dała. • Mężczyźnie kobieta dała jabłko.

Jelen (2011: 24) stellt die freie Wortstellung in der polnischen Sprache anhand des Beispiels eines Satzes im Deutschen dar (s. Tabelle 2). Zusätzlich verwendet Jelen (2011) die Bezeichnung Subjekt-Prädikat-Objekt (SPO), um zu zeigen, auf welche Art und Weise die bestimmten Wortarten umgestellt werden können.

Tabelle 2 Die freie Wortstellung im Polnischen vs. im Deutschen nach Jelen (2011: 24)

Deutsch	<i>er</i>	<i>gehört</i>	<i>mir</i>	SPO
Polnisch	<i>on</i>	<i>szucha się</i>	<i>mnie</i>	SPO
	<i>on</i>	<i>mnie</i>	<i>się szucha</i>	SOP
	<i>mnie</i>	<i>szucha się</i>	<i>on</i>	OPS
	<i>mnie</i>	<i>on</i>	<i>się szucha</i>	OSP

3.1.2 Morphologie der polnischen Sprache

Die polnische Sprache zeichnet sich hauptsächlich durch die Vielfalt ihres Flexionssystems aus. Im polnischen Sprachsystem findet man eine große sprachliche Diversität sowohl in der Konjugation als auch in der Deklination der Wörter, die auch den MuttersprachlerInnen viele Probleme bereitet. Deswegen haben SprachwissenschaftlerInnen oftmals Schwierigkeiten, die exakte Anzahl der Flexionsformen für einen bestimmten Worttyp festzulegen (vgl. Miłkowski

2015: 11). Im Polnischen werden Substantive, Adjektive, Zahlwörter und Pronomen flektiert je nach:

- Kasussystem mit Hilfe von bis zu sieben Fällen – Nominativ, Genitiv, Dativ, Akkusativ, Instrumental, Lokativ und Vokativ;
- Numerus – Singular und Plural
- Genus – drei Genus-Formen im Singular (Maskulinum, Femininum und Neutrum) und zwei im Plural (Maskulinum und Femininum) (vgl. Pisarek 2017: 3).

Je nach Flexionsmerkmal Kasus, Genus oder Numerus wird die Veränderung von Wörtern durch Suffixe markiert. Charakteristisch für die polnische Sprache ist, dass die flektierenden Endungen jedes Verbs die Funktion des Personalpronomens übernehmen können, d. h. „im Polnischen muss das Personalpronomen nicht gesetzt werden, da man an den Endungen der Verben erkennen kann, welche Person gemeint ist, z. B. Sie schreiben – (oni) pisz-**a**, du siehst – (ty) widz-**isz**, wir essen (my) je-**my**.“ (Jelen 2011: 18)

Das Verb bildet im Polnischen eine besondere Wortart, und zwar aufgrund der Bedeutung dersprachlichen Kategorie des Aspekts, der „die zeitliche Struktur von Handlungen oder Ereignissen ausdrückt.“ (Jelen 2017: 17). In der polnischen Sprache unterscheidet man imperfektive (durative und iterative) und perfektive Verben (s. Tabelle 3). Die imperfektiven Verben beschreiben nicht vollendete und sich wiederholende Tätigkeiten, wobei die perfektiven Verben vollendete und/oder einmalige Tätigkeiten (vgl. Jelen 2011: 18) ausdrücken.

Tabelle 3 Der Aspekt des Verbes im Polnischen nach Jelen (2011: 18)

deutsche Sprache	imperfektive Verben		perfektive Verben
	durative	iterative	
lesen- zu lesen pflegen – durchlesen	Czytać	czytywać	przeczytać
gehen	iść	chodzić	pójść
kaufen	kupować		kupić
malen	malować		pomalować

3.1.3 Das Anredesystem im Polnischen – Sie/Herr/Frau oder du?

Als *Anredesystem* versteht man „die Mittel der Versprachlichung der Hörer in einer Kommunikationssituation.“ (Bartnicka & Lehmann 2004: 548) Das Ziel der Anredeform ist es, die schriftliche oder mündliche Kommunikation zwischen HörerInnen bzw. LeserInnen zu erschaffen. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die Wahl einer bestimmten Anredeform von den gesellschaftlichen Beziehungen zwischen den Kommunikanden abhängt (vgl. Bartnicka & Lehmann 2004: 548).

Im polnischen Sprachsystem findet man zwei Anredeformen. Eine der Anredeformen, mit der Höflichkeit gegenüber einer anderen Person ausgedrückt wird, ist die Wendung „Pan“ (Herr, Sie) bzw. „Pani“ (Frau, Sie). Diese Anredeform wird öfter gegenüber älteren Menschen verwendet. Dadurch wird Respekt ausgedrückt oder Unterschied in der Hierarchie bei der Arbeit oder an der Universität hervorgehoben. Diese Form wird auch in solchen Situationen verwendet, in denen ein angemessener Abstand zu einer uns unbekanntem Person eingehalten werden soll, z. B. Czy Pan/Pani wie? – Wissen Sie? (vgl. Hardenfelt 2014).

Die zweite Anredeform in der polnischen Sprache ist „ty“ (du). Sie wird im informellen und freundschaftlichen Umgang benutzt. Die Form „ty“ (du) wird in der Regel gegenüber solchen Personen verwendet, die wir sehr gut kennen, auch gegenüber Familienmitgliedern (vgl. Hardenfelt 2014; Mossakowski 2011: 7).

3.1.4 Das polnische Alphabet

Das polnische Alphabet besteht insgesamt aus 32 Buchstaben, und zwar aus 23 Konsonanten und aus 9 Vokalen. Die Buchstaben Qq, Vv, Xx kommen im polnischen Alphabet nicht vor. Sie existieren nur in Fremdwörtern, die meistens aus dem Englischen entlehnt sind.

Im Unterschied zu anderen slawischen Sprachen besitzt die polnische Sprache besondere Schriftzeichen, die mit diakritischen Zeichen bzw. Akzenten kombiniert sind. Zu diesen Lauten gehören u. a die Buchstaben ą, ć oder ę (s. Tabelle 4). In der polnischen Sprache findet man außerdem spezielle Buchstabenkombinationen wie dź, dzi, ch, rz, dż oder si (vgl. Mossakowski 2011: 8).

Tabelle 4 Das polnische Alphabet

Aa	Ąą	Bb	Cc	Ćć	Dd	Ee	Ęę	Ff
Gg	Hh	Ii	Jj	Kk	Ll	Łł	Mm	Nn
Ńń	Oo	Óó	Pp	Qq	Rr	Ss	Śś	Tt
Uu	Vv	Ww	Xx	Yy	Zz	Żż	Źź	

3.2 Herausforderungen der polnischen Sprache für die Sprachtechnologie – META NET - White Paper Series

In diesem Kapitel werden die Herausforderungen beschrieben, die die polnische Sprache für die Sprachtechnologien darstellt. Zuerst wird der Begriff *Sprachtechnologie* definiert. Schließlich werden die Herausforderungen dargestellt, die mit den oben beschriebenen Merkmalen des Polnischen verbunden sind. Diese Herausforderungen werden anhand von META-NET – White Paper Series für die polnische Sprache referiert.

Die Aufgabe der Sprachtechnologie ist es, ein Softwaresystem so zu entwickeln, dass es sowohl die gesprochene als auch geschriebene Sprache verarbeiten kann. Die Verarbeitung der gesprochenen und geschriebenen Sprache erfolgt mithilfe von Wörterbüchern, „syntaktischen und semantischen Regelsystemen oder statistischen Sprachmodellen.“ (Wagner 2015: 2) Aus diesem Grund wird darunter verstanden, dass „die Sprachtechnologien die Sprachen mit verschiedenen Wissensformen verbinden.“ (ebd. 2015: 2). Heutzutage werden Sprachtechnologien u. a. bei der Suche und Übersetzung von Webseiten, Verwendung von Rechtschreib- und Grammatikprüfungsfunktionen im Texteditor oder in Navigationsgeräten verwendet (vgl. Miłkowski 2015: 8).

Das Polnische ist, wie bereits im Kapitel 3.1. vorgestellt wurde, eine komplexe slawische Sprache und stellt daher eine große Herausforderung für jedes maschinelle Übersetzungssystem dar. Zu diesen Herausforderungen zählt einerseits die im obigen Kapitel beschriebene freie Wortstellung, andererseits das Problem mit langen und komplexen Sätzen, die ebenfalls charakteristisch für das Polnische sind. Im Gegensatz zum Deutschen, erschwert das Fehlen von Artikeln im Polnischen ihre Identifizierung durch das Computerprogramm bzw. -software, da „sie nur anhand von morphologischen Informationen wie Kasus, Zahlwörter oder Genus erkannt werden können, die im Polnischen nicht eindeutig ausgedrückt werden.“ (Miłkowski 2015: 11)

Die Grammatik und Morphologie der polnischen Sprache, die sich von den komplizierten sprachlichen Regeln ableiten lassen, sind die größten Herausforderungen für die

Sprachtechnologie. Alle diese Faktoren haben einen großen Einfluss auf die Datenstrukturen, die für die Gestaltung und das Training des in einer maschinellen Übersetzung verwendeten Modells entscheidend sind. Ein weiteres Problem ist die geringe Verfügbarkeit entsprechender Ressourcen oder Daten, d. h. von Parallelkorpora, einsprachigen oder zweisprachigen Wörterbüchern in einer Sprachkombination mit dem Polnischen, die notwendig sind, um die maschinelle Übersetzung in das Computersystem einzuführen. Ein Problem stellt auch die Qualität dieser Sprachdaten dar (vgl. Marasek & Wołk 2014: 1).

Daneben verwenden die Computersysteme meist das englische und/oder westeuropäische Alphabet. Deshalb können die diaktrischen Zeichen ein weiteres Problem darstellen. Die Software verwendet für die polnische Sprache mindestens drei Codepages. Das sind Unicodes, sog. UTF-8 (s. Tabelle 5), die ISO-Norm und Windows-Codepages (1250). Die Verarbeitung eines entsprechenden diaktrischen Zeichens durch die Software ist in diesem Fall keine leichte Aufgabe. Miłkowski (2015: 11) betont, dass wenn einige polnische Buchstaben in diaktrische Zeichen umgewandelt werden, dabei andere Wörter entstehen können. Als Beispiel gibt Miłkowski (2015) das Nomen „glosy“ im Genitiv an. Diese Genitivform kann gleichzeitig eine deklinierte Grundform des Subjekts „glosa“ (die Glosse) und die Pluralzahl des Nomens „głos“ (die Stimme) werden sein, wenn der Buchstabe „l“ durch den Buchstaben „ł“ mit einem diakritischen Zeichen ersetzt wird.

Tabelle 5 UTF-8 Kodierung der polnischen Buchstaben

Buchstabe	Unicode
ą	U+0105
Ą	U+0104
ć	U+0107
Ć	U+0106
ę	U+0119
Ę	U+0118
ł	U+0142
Ł	U+0141
ń	U+ 0144
Ń	U+0143
ó	U+00F3
Ó	U+00D3

ś	U+015B
Ś	U+015A
ź	U+017A
Ź	U+0179
ż	U+017C
Ż	U+017B

Eine weitere Herausforderung der polnischen Sprache für die Sprachtechnologie stellt die Semantik selbst dar. Für die Verarbeitung des Polnischen ist eine Semantikanalyse viel schwieriger als die Syntaxanalyse oder Analyse einzelner Wörter. Darüber hinaus lassen sich Semantik- und Sprachcodierungsstandards wie RDF oder OWL an die Anforderungen der Verarbeitung einer natürlichen Sprache anpassen. Deswegen sind sowohl die Werkzeuge und Ressourcen für die Verarbeitung gesprochener Sprache stärker entwickelt als für die geschriebene Sprache (vgl. Miłkowski 2015: 30).

Der Stand der polnischen Sprachkorpora, die nicht zu den fortschrittlichsten Dokumenten gehören, ist eine weitere Herausforderung für die Sprachtechnologie. Der größte Teil der polnischen Sprachkorpora ist entweder nicht verfügbar oder entspricht nicht den Standards der Sprachverarbeitung. Zusätzlich ist die Erhaltung der verfügbaren sprachlichen Ressourcen zeitaufwändig, was zu anderen Schwierigkeiten bei der Sprachverarbeitung führt. Um dies zu verhindern, wäre es notwendig, mit geeigneten Computer- und Sprachexperten eine Initiative ins Leben zu rufen. Diese Experten wären dann dafür zuständig, die Daten und Formate der polnischen Sprachkorpora zu standardisieren (vgl. Miłkowski 2015: 30).

Laut Miłkowski (2015: 30) hat die Forschung der polnischen Sprachverarbeitung bisher nur zur Entwicklung einzelner Werkzeuge geführt. Die finanzielle Lage der Technologie- und Sprachindustrie in Polen erlaubt es nicht, mehrere Programme zu schaffen, die den Standards der weltweiten Sprachverarbeitung entsprechen würden. Das Fehlen einer großen und weit verbreiteten Parallelkorpora der polnischen Sprache trägt nicht nur zu einer mangelnden Entwicklung der Computersoftware, sondern führt auch zu Problemen bezüglich ihrer Anwendung. Um ein solches Programm verwenden zu können, wären sowohl zwei- oder mehrsprachige Wörterbücher mit Übersetzungen als auch Informationen über die Valenz der polnischen Sprache nötig. „Da Standardwörterbücher diese Art von Daten nicht beinhalten, sollten entsprechende sprachliche Ressourcen erstellt werden.“ (Miłkowski 2015: 30f.)

4. Empirische Untersuchung

Das Ziel der Untersuchung ist der Vergleich der Zeit, die die ÜbersetzerInnen brauchen, um einen neuronal maschinell erstellten Fachtext nachzubearbeiten und einen Fachtext ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung zu übertragen. Zusätzlich wird die Einstellung der ÜbersetzerInnen zu der neuronalen maschinellen Übersetzung und ihrem Post-Editing untersucht. In diesem Kapitel der Masterarbeit wird die durchgeführte Untersuchung vorgestellt.

Zuerst wird eine Methode der Datenerhebung entworfen. Dann werden die deutschen Ausgangstexte, die posteditiert und manuell übersetzt wurden, beschrieben. Außerdem werden die Online-Umfrageleitfaden präsentiert sowie TeilnehmerInnen der Untersuchung charakterisiert. Anschließend werden die Ergebnisse der Untersuchung analysiert und diskutiert. Zusätzlich werden die Ergebnisse mit dem aktuellen Forschungsstand verglichen.

4.1 Methode der Datenerhebung

Um die Daten zu erheben und zu analysieren, dank denen die Forschungsfragen beantwortet sowie Hypothesen überprüft werden können, werden zwei deutschsprachige Fachtexte aus dem Bereich Technik verwendet. Jeder der Texte umfasst 3500-3700 Zeichen (ohne Leerzeichen). Ein Fachtext wird ins Polnische manuell von den ÜbersetzerInnen übertragen. Ein anderer Fachtext wird unter Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung ins Polnische übertragen und in der polnischen Sprache nachbearbeitet. Die Methode der Datenerhebung wird in zwei Phasen durchgeführt.

Die erste Phase besteht aus zwei Schritten. Der erste Schritt war das Post-Editing des neuronal maschinell übersetzten Fachtextes „Knickholz“. Das Post-Editing wird mit Timer und einem Screen-Recording-Programm durchgeführt. Der Fachtext wird mit Hilfe der Funktion „Änderungen nachverfolgen“ im Microsoft Word Programm korrigiert. Nach vollständigem Post-Editing und der Erkenntnis, dass der Text für das Zielpublikum entsprechend ist, erfassen die Teilnehmer die Zeit, in der sie den Text verbessert haben.

Der nächste Schritt war die Übersetzung des Fachtextes über Windenergie. Das Übersetzen ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung wird ebenfalls mit Timer und dem Screen-Recording-Programm durchgeführt. Nach der Übersetzung des zweiten Textes erfassen die TeilnehmerInnen die Zeit, in der sie den Text übersetzt haben. Die erlaubten Hilfsmittel bei der Übersetzung und dem Post-Editing waren alle Ressourcen, u.a. Wörterbücher, Paralleltexte, Vergleichstexte, Enzyklopädien usw., die sowohl in Online- als

auch in Papierform verfügbar sind. Nicht erlaubte Hilfsmittel waren dagegen Translation Memories und Terminologiedatenbanken. Die Ergebnisse werden in hh:mm:ss (Stunden:Minuten:Sekunden) gemessen. Die quantitativen Daten werden in Form von Excel-Tabellen aufbereitet. Die qualitativen Daten werden dagegen beschrieben. Die Screen-Recording-Videos haben eine reine Ansichtsfunktion, um die Recherchezeit der Fachterminologie und Entscheidungszeit über ein posteditiertes und übertragenes Segment zu berechnen. Zusätzlich wird die Art und Weise der Recherche, der Übersetzung und des Post-Editings beobachtet.

Die zweite Phase der Untersuchung war die Online-Umfrage. Nach dem Post-Editing und der Übersetzung der Fachtexte werden die Teilnehmer die offenen Fragen schriftlich beantwortet. Die Online-Umfrage, übersetzten und posteditierten Texte sowie Screen-Recordings beziehen sich vor allem auf die unten genannten Faktoren:

- durchschnittliche Zeit der Recherche der Fachterminologie,
- durchschnittliche Zeit der Korrektur der neuronalen MÜ-Segmente,
- durchschnittliche Zeit für die Entscheidungsfindung, ob das neuronal MÜ-Segment vom potenziellen polnischen Zielpublikum akzeptiert werden wird,
- Zeit der Übersetzung des Fachtextes ohne Einsatz der neuronalen MÜ zusammen mit der Korrektur,
- Einstellung der TeilnehmerInnen zu neuronalen MÜ und ihrem Post-Editing
- potenzielle zukünftige Verwendung der neuronalen MÜ
- Entscheidung in Bezug auf die Zeit, ob die TeilnehmerInnen zukünftig neuronale MÜ verwenden werden, oder ob sie weiterhin ohne Einsatz der MÜ übersetzen werden.

4.2 Beschreibung der Fachtexte für Post-Editing und Übersetzung ohne Einsatz der neuronalen maschinellen Übersetzung

Wie im vorherigen Kapitel bereits erwähnt wurde, wurden in der Untersuchung zwei deutschsprachige Fachtexte verwendet. Beide Texte stammen aus dem Bereich Technik.

Der erste deutschsprachige Fachtext bezieht sich auf das Thema der Biomasse und ist ein Abschnitt aus dem Bericht des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein. Der Bericht heißt „Energiepotenzial aus Biomasse und Versorgungsbeitrag für das Jahr 2020“ und wurde 2011 veröffentlicht. Der Text wurde zuerst unter dem Einsatz der neuronalen maschinellen Übersetzung „DeepL“ ins Polnische

übertragen. Schließlich wurde der Text von den TeilnehmerInnen der vorliegenden Untersuchung posteditiert.

Der Text besteht zum großen Teil aus Fachterminologie. Aus diesem Grund ist eines der Probleme, auf das ÜbersetzerInnen bei der Nachbearbeitung dieses Fachtextes stoßen können, die durch die neuronale maschinelle Übersetzung falsch oder nicht übersetzte Fachterminologie, wie z. B. Knickholz, Gehölzbewuchs, Vorgeest oder Teebuschknicks. Zu einem weiteren Fallstrick können für ÜbersetzerInnen beim Post-Editing die physikalischen und mathematischen Formulierungen werden, die für die maschinelle Übersetzung eine Herausforderung sind. Schließlich könnten die Namen der staatlichen Einrichtungen und ihre Abkürzungen eine weitere Herausforderung beim Post-Editing darstellen. Die oben genannten Probleme könnten durch die neuronale maschinelle Übersetzung falsch übertragen werden. Nach dem Übertragen des Textes durch die neuronale maschinelle Übersetzung könnten die ÜbersetzerInnen außerdem auf Probleme stilistischer Natur stoßen. Deswegen werden sie eine mögliche Korrektur bzw. Nachbearbeitung von ÜbersetzerInnen erfordern.

Der zweite Fachtext, der sich auf das Thema Windenergie bezieht, ist ein Abschnitt aus dem Bericht „Erneuerbare Energie. Gesamtüberblick der Technischen Versicherer im GDV über den technologischen Entwicklungsstand und das technische Gefährdungspotenzial“. Der Text stellt die bestimmten Bauelemente der Windmühle vor.

Dieser Text wird ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung übersetzt. Wie im Falle des Textes über Biomasse enthält der Text über Windenergie einen stark fachorientierten Wortschatz, der problematisch bei der Übersetzung für die beteiligten ÜbersetzerInnen sein könnte. Für die TeilnehmerInnen könnten auch die Abkürzungen für bestimmte Bauelemente sowie mathematische Angaben zum Problem werden.

4.3 Online-Umfrage - Leitfaden

Nach dem Post-Editing des Textes über Biomasse und der manuellen Übersetzung des Textes über Windenergie wurden die TeilnehmerInnen der Untersuchung gebeten, die Online-Umfrage auszufüllen. Zuerst haben die TeilnehmerInnen der Untersuchung jeweils die gesamte für das Post-Editing des Textes über Biomasse und für die manuelle Übersetzung des Textes über Windenergie benötigte Zeit eingetragen. Damit sollte die gesamte und durchschnittliche Zeit des Post-Editings und der Humanübersetzung der deutsch-polnischen Fachtexte berechnet und verglichen werden.

Um auf die in dieser Masterarbeit gestellten Forschungsfragen einzugehen und Hypothesen zu überprüfen, haben die TeilnehmerInnen die folgenden Fragen beantwortet:

- Welche Typen von Fehlern haben Sie beim Post-Editing des maschinell übersetzten Textes bemerkt und korrigiert?
- Welche Probleme hatten Sie beim Übersetzen des Textes?
- Waren die Entscheidungen beim Post-Editing des maschinell erstellten Satzes oder/und Begriffes besonders schwierig zu treffen? Wenn ja/nein, erklären Sie bitte warum.
- Nach dem Post-Editing des maschinell erstellten Textes, was ist Ihre Meinung über die maschinelle Übersetzung?
- Nach dem Post-Editing des Textes, überlegen Sie zukünftige Verwendung einer maschinellen Übersetzung? Wenn ja/nein, erklären Sie bitte warum.
- In Bezug auf den Zeitaufwand von Post-Editing und Übersetzung ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung, welche dieser Tätigkeiten bevorzugen Sie und warum?

4.4 TeilnehmerInnen der Untersuchung - Charakteristik

An der Untersuchung haben 15 „fortgeschrittene“ Studierende des Master Studiums Fachübersetzen teilgenommen. Unter „fortgeschrittenen“ Studenten versteht man alle StudentInnen, die mindestens zwei Semester des Masterstudiums Fachübersetzen bereits absolviert haben. Die TeilnehmerInnen durften andere Bildungsinstitutionen als das Zentrum für Translationswissenschaft in Wien besuchen.

Die Voraussetzung für die Teilnahme an der Untersuchung war die Sprachkombination Polnisch als Muttersprache und Deutsch als Zweitsprache. Die Studenten mit der Sprachkombination deutsch-polnisch haben den Auftrag bekommen, den neuronal maschinell erstellten Fachtext über Biomasse zu posteditieren und den Fachtext über Windenergie aus dem Deutschen ins Polnische manuell zu übertragen.

Die oben beschriebene Methode der Datenerhebung, d. h. Screen-Recording und Online-Umfrage hat zum Ziel, auf die folgenden Forschungsfragen eine Antwort zu finden:

- Nimmt das Post-Editing des neuronal maschinell übersetzten Textes genauso viel Zeit in Anspruch, wie die Übersetzung ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung (Humanübersetzung)?

- Welche Einstellung haben ÜbersetzerInnen zur neuronalen maschinellen Übersetzung und ihrem Post-Editing?
- Bevorzugen die ÜbersetzerInnen das Post-Editing von neuronal maschineller Übersetzung oder eher die Übersetzung ohne den Einsatz von NM?

und die folgenden Hypothesen zu überprüfen:

- Die neuronale maschinelle Übersetzung, zusammen mit Post-Editing des Textes, erleichtert die Arbeit der ÜbersetzerInnen,
- das Post-Editing eines neuronal maschinell übersetzten Fachtextes ins Polnische nimmt mehr Zeit in Anspruch als die Übersetzung des Textes ohne Einsatz der neuronalen maschinellen Übersetzung.

Darüber hinaus wird bestimmt, welche Einstellung die ÜbersetzerInnen gegenüber der neuronalen maschinellen Übersetzung, dem Post-Editing eines neuronal maschinell übersetzten Textes und der Übersetzung ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung haben. In nächstem Kapitel wird die Untersuchung durchgeführt.

4.5 Durchführung der Untersuchung

Die Untersuchung für die folgende Masterarbeit begann am 13.05.2019. An diesem Tag wurden Informationen über die Untersuchung auf der Social-Media-Plattform Facebook veröffentlicht. Im Post wurden die Anforderungen an TeilnehmerInnen der Untersuchung bestimmt. Darüber hinaus wurde die Durchführung der Untersuchung kurz beschrieben. Personen, die sich zur Teilnahme an der Untersuchung bereit erklärt hatten, haben Fachtexte zum Post-Editing und zur Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung erhalten. Zusätzlich haben Sie ein Word-Dokument mit detaillierten Informationen bzw. Anweisungen zum Verlauf der Untersuchung sowie einen Link zur Online-Umfrage bekommen. Alle notwendigen Dokumente und Informationen wurden den TeilnehmerInnen per Email geschickt.

Die TeilnehmerInnen hatten insgesamt 2-3 Wochen Zeit, um das Post-Editing und die Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung der Fachtexte durchzuführen sowie die Online-Umfrage auszufüllen. Nach erfolgreich abgeschlossener Aufgabe haben die TeilnehmerInnen Videos und Texte per Google Drive geteilt. Hat sich einer der TeilnehmerInnen in der Zwischenzeit entschieden, nicht mehr an der Untersuchung zu beteiligen, hat sie/er ihren/seinen Verzicht mitgeteilt. Aufgrund eines Verzichtes eines/einer TeilnehmerIn wurden weitere Personen gesucht. Es sollte auch nicht unerwähnt bleiben, dass

mit einigen TeilnehmerInnen kein Kontakt mehr aufgenommen werden konnte, obwohl sie sich zuerst zur Teilnahme an der Untersuchung bereit erklärt hatten. Infolgedessen wurden sie darüber informiert, dass an ihrer Stelle eine andere Person gefunden wurde.

Nach Übermittlung der Videos, Dokumente und Online-Umfrage wurden die TeilnehmerInnen kontaktiert, um die Bezahlung für die Aufgabe festzulegen. Die Übermittlung von Videos, Dokumenten mit Post-Editing und Humanübersetzung sowie korrekt ausgefüllten Umfragen erfolgte vom 29.06.2019 bis 14.08.2019.

Vor Beginn der Untersuchung bestanden vor allem technische Probleme. Einige TeilnehmerInnen hatten Probleme, das Screen-Recording-Programm herunterzuladen. Zu diesem Zweck wurden zwei andere Programme gefunden und den TeilnehmerInnen zur Verfügung gestellt. Vier TeilnehmerInnen haben das Post-Editing und die Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung auf dem Computer der die Untersuchung durchführenden Person gemacht. Während der Untersuchung, d. h. während des Screen-Recordings, wurden keine technischen Probleme beobachtet.

Nach dem Hochladen aller relevanten Dateien erfolgte die Analyse der Dokumente, d.h. der Screen-Recording-Videos, Word-Dokumente und Online-Umfrage. Die gesamte Analysephase wurde am 22.08.2019 abgeschlossen.

Tabelle 6 Übersicht der Durchführung der Untersuchung

DURCHFÜHRUNG DER UNTERSUCHUNG	
DATUM	BESCHREIBUNG
13.05.2019	Beginn der Untersuchung
13.05.2019 – 08.08.2019	Suche nach entsprechenden TeilnehmerInnen für die Untersuchung
29.06.2019 – 14.08.2019	Verteilung der Dokumente und Screen-Recording-Videos sowie Post-Editing und Übersetzung von Fachtexten und Ausfüllung der Online-Umfrage
15.08.2019 – 19.08.2019	Analyse aller Dateien und der Umfrage
22.08.2019	Ende der Untersuchung und Darstellung der Ergebnisse in der Masterarbeit

5. Ergebnisse der Untersuchung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Untersuchung dargestellt. Zuerst werden die Excel-Tabellen mit der jeweiligen Zeit, die die einzelnen TeilnehmerInnen für Post-Editing, Humanübersetzung, Recherche nach Fachterminologie und Entscheidung, ob das posteditierte oder zu übersetzende Segment fertig ist, benötigten. Dann werden die Daten in Form von Grafiken dargestellt, die die durchschnittliche Zeit von Post-Editing, Humanübersetzung, Recherche nach Fachterminologie und Entscheidung über fertiges Segment abbilden. Schließlich werden auftretende Fehler auf lexikalischer, syntaktischer und der semantischer Ebene beim Post-Editing und Probleme bei der Humanübersetzung beschrieben.

5.1 Zeit von Post-Editing und Humanübersetzung

Die folgende Tabelle (s. Tabelle 7) stellt die Zeit der einzelnen TeilnehmerInnen der Untersuchung dar, in der sie das Post-Editing und die Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung vorgenommen haben. Die Angaben sind im Format hh:ss:mm (Stunde:Minute:Sekunden) aufgeführt.

Aus der Tabelle geht hervor, dass das Post-Editing des neuronal maschinell erstellten Fachtextes in der polnischen Sprache kürzer gedauert hat als die Übersetzung ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung. Nur die ÜbersetzerInnen Nr. 7, 10 und 13 haben den Fachtext ins Polnische schneller manuell übertragen, als den Fachtext im Polnischen posteditiert. Auffällig ist jedoch, dass bei den ÜbersetzerInnen Nr. 5, 6 und 12 die zeitliche Differenz zwischen Post-Editing und manueller Übersetzung der Fachtexte sehr gering ist, obwohl die Humanübersetzung länger gedauert hat als das Post-Editing. Die ÜbersetzerIn Nr. 5 hat nur 1 Minute länger ins Polnische übersetzt als in der polnischen Sprache posteditiert. Bei der ÜbersetzerIn Nr. 6 beträgt der Zeitunterschied zwischen Post-Editing und Humanübersetzung nur 18 Sekunden und bei der Übersetzerin Nr. 12 nur 4 Minuten.

Die gesamte Zeit von Post-Editing aller ÜbersetzerInnen beträgt 16 Stunden 42 Minuten 22 Sekunden und von Humanübersetzung 22 Stunden 12 Minuten 48 Sekunden. Abschließend kann man feststellen, dass das Post-Editing des neuronal maschinell übertragenen Fachtextes ins Polnische insgesamt 5 Stunden 30 Minuten 26 Sekunden kürzer dauert als die Übersetzung ohne Einsatz der neuronalen maschinellen Übersetzung.

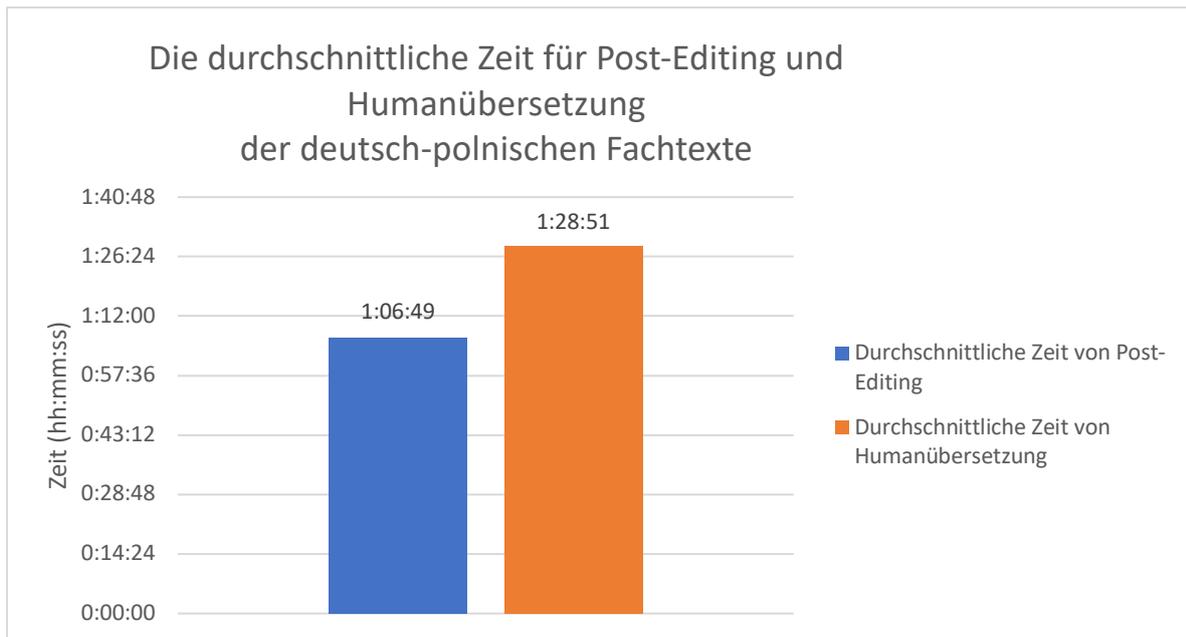
Tabelle 7 Die Zeit der einzelnen ÜbersetzerInnen für Post-Editing und Humanübersetzung der Fachtexte

ÜbersetzerIn	Post-Editing	Humanübersetzung
1	0:45:00	01:27:00
2	0:57:38	01:00:38
3	0:48:23	01:04:58
4	1:35:15	02:36:23
5	0:58:59	00:59:59
6	0:41:32	00:41:50
7	0:52:49	00:32:07
8	0:29:31	00:52:32
9	1:04:11	01:37:12
10	1:30:00	01:10:00
11	2:39:16	03:59:02
12	0:37:57	00:41:57
13	1:41:40	01:28:02
14	1:04:01	02:34:45
15	0:56:10	01:26:23
GESAMTE ZEIT	16:42:22	22:12:48

5.1.1 Die durchschnittliche Zeit von Post-Editing und Humanübersetzung

Die folgende Grafik (s. Grafik 3) zeigt die durchschnittliche Zeit des Post-Editings des Fachtextes in der polnischen Sprache und der Übersetzung des Fachtextes ins Polnische ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung. Die durchschnittliche Post-Editing-Zeit beträgt 1 Stunde 6 Minuten 49 Sekunden und die durchschnittliche Übersetzungszeit 1 Stunde 28 Minuten 51 Sekunden.

Daraus lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass obwohl das Post-Editing des Fachtextes kürzer gedauert hat, der durchschnittliche Zeitunterschied zwischen dem Post-Editing und der Humanübersetzung gering ist. Der durchschnittliche Zeitunterschied beträgt nur 22 Minuten und 2 Sekunden. Anhand dessen kann festgestellt werden, dass einerseits die maschinelle Übersetzung die Arbeit der ÜbersetzerInnen bei der Übersetzung des Fachtextes beschleunigt, und andererseits das Post-Editing des Fachtextes praktisch die gleiche Zeit in Anspruch nimmt wie die Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung.



Grafik 3 Die durchschnittliche Zeit für Post-Editing und Humanübersetzung der deutsch-polnischen Fachtexte

5.2 Die Zeit der Recherche nach Fachterminologie beim Post-Editing und bei der Humanübersetzung

Die folgende Tabelle (s. Tabelle 8) liefert Informationen über die Recherchezeit der Fachterminologie beim Post-Editing und bei der Humanübersetzung einzelner ÜbersetzerInnen. Die Zeit der Recherche nach Fachterminologie wurde mit Timer auf Grundlage der Screen-Recording-Videos berechnet. Als die ÜbersetzerInnen begannen, ein entsprechendes Äquivalent für ein bestimmtes Fachwort zu suchen/überprüfen, wurde der Timer eingeschaltet. Als die ÜbersetzerInnen die korrekte Wortübersetzung fanden und zur Textübersetzung zurückkamen, wurde der Timer ausgeschaltet. Bei der nächsten Suche nach einem Äquivalent, wurde der Timer wieder eingeschaltet. Die gesamte Zeit der Recherche nach Fachterminologie beim Post-Editing aller ÜbersetzerInnen beträgt 3 Stunden 32 Minuten 58 Sekunden, und bei der Humanübersetzung 4 Stunden 19 Minuten 55 Sekunden.

Anhand dieser Ergebnisse wird deutlich, dass die Recherche nach Fachterminologie beim Post-Editing kürzer gedauert hat als bei der Übersetzung ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung. Dennoch, wie bei der gesamten Zeit des Post-Editings und der Humanübersetzung war die Recherchezeit bei der Übersetzung der Fachterminologie bei einigen ÜbersetzerInnen kürzer bei der Humanübersetzung als beim Post-Editing. Dies betrifft die ÜbersetzerInnen Nr 3, 5, 7, 10 und 13.

Tabelle 7 Die Gesamtzeit der Recherche nach Fachterminologie bei einzelnen ÜbersetzerInnen während des Post-Editings und der Humanübersetzung von deutsch-polnischen Fachtexten

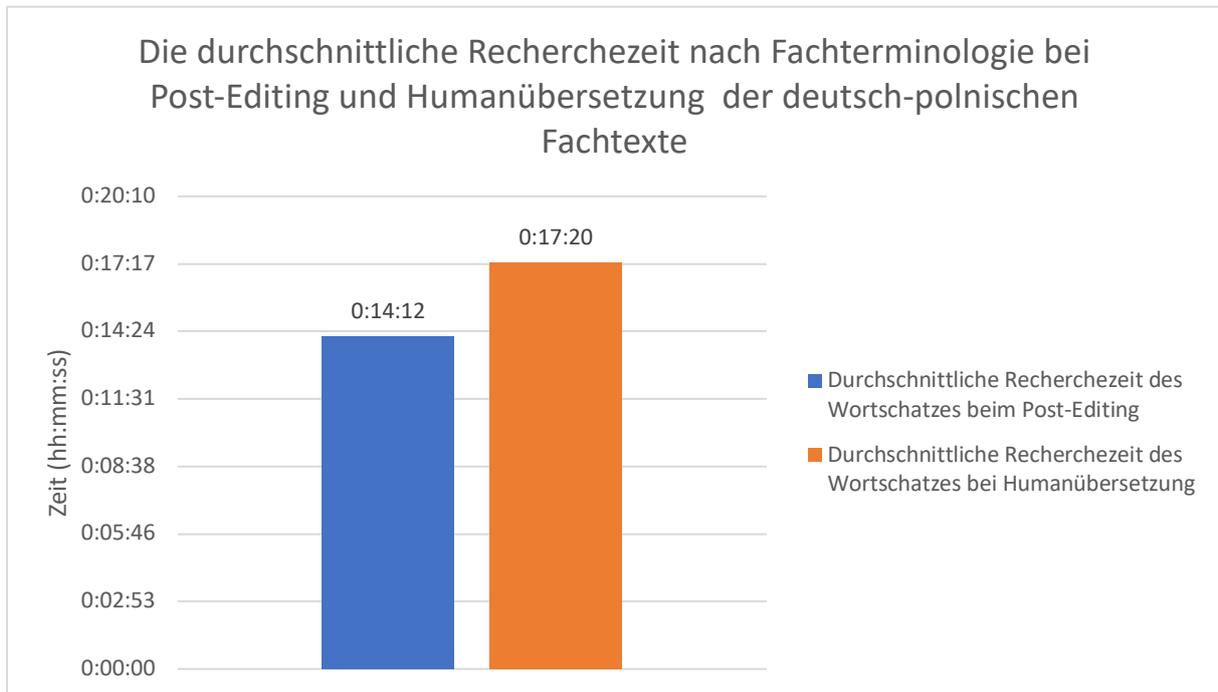
ÜbersetzerIn	Post-Editing	Humanübersetzung
1	00:09:45	00:20:05
2	00:13:07	00:14:18
3	00:10:01	00:08:05
4	00:14:10	00:20:00
5	00:15:30	00:14:31
6	00:10:05	00:10:20
7	00:11:58	00:08:28
8	00:06:59	00:12:11
9	00:14:49	00:22:36
10	00:14:15	00:14:00
11	00:40:34	00:55:45
12	00:09:10	00:10:25
13	00:16:30	00:14:45
14	00:15:00	00:20:01
15	00:11:05	00:14:25
GESAMTE ZEIT DER RECHERCHE NACH FACHTERMINOLOGIE	03:32:58	04:19:55

5.2.1 Die durchschnittliche Zeit der Recherche nach Fachterminologie beim Post-Editing und bei der Humanübersetzung

Das Thema der folgenden Grafik (s. Grafik 4) ist die durchschnittliche Recherchezeit nach Fachterminologie beim Post-Editing und Humanübersetzung. Die durchschnittliche Post-Editing-Zeit beträgt 14 Minuten 12 Sekunden und die durchschnittliche Übersetzungszeit 17 Minuten 20 Sekunden.

Dank der Auswertung dieser Ergebnisse kann nachgewiesen werden, dass die Engine einer neuronalen maschinellen Übersetzung in der deutsch-polnischen Sprachkombination noch durch geeignete bzw. korrekte Übersetzungsäquivalente ergänzt bzw. verbessert werden muss. Obwohl die durchschnittliche Recherchezeit nach Fachwortschatz beim Post-Editing

kürzer ist als bei der Humanübersetzung, ist der Zeitunterschied gering wie bei der durchschnittlichen Gesamtzeit des Post-Editings und Humanübersetzung.



Grafik 4 Die durchschnittliche Recherchezeit nach Fachterminologie bei Post-Editing und Humanübersetzung der deutsch-polnischen Fachtexte

5.3 Die Zeit für die Entscheidungsfindung über posteditiertes und übersetztes Segment im Text

Die folgende Tabelle (s. Tabelle 9) präsentiert die Entscheidungszeit einzelner ÜbersetzerInnen über posteditierten und übersetzten Satz im Text. Als Entscheidungszeit beim Post-Editing ist die gesamte Zeit für das Lesen des maschinell übersetzten Outputs, den Vergleich mit den Ausgangstexten, die Recherche nach Fachterminologie und schließlich die Korrektur des maschinell erstellten Satzes definiert. Bei der Humanübersetzung gilt als Entscheidungszeit wiederum die gesamte Zeit, die für das Lesen des Ausgangstextes, die Recherche des Fachwortschatzes und das Schreiben der Übersetzung des Satzes nötig ist. Die Entscheidungszeit basiert auf der Gesamtzeit, die beim Post-Editing und der Übersetzung des längsten und kürzesten Satzes im Text vergeht. Abschließend wurde der Median der beiden Zeiten berechnet. Um die Entscheidungszeit zu berechnen, wurden die Screen-Recording-Videos verwendet.

Überraschend ist die Tatsache, dass die Entscheidungszeit bei den meisten ÜbersetzerInnen (ÜbersetzerIn Nr. 2, 4, 5, 9, 10, 11, 13, 15) bei der Humanübersetzung kürzer ist als beim Post-Editing. Die Gründe dafür wurden ausführlich in den Kapiteln 5.4 und 5.6.1 beschrieben.

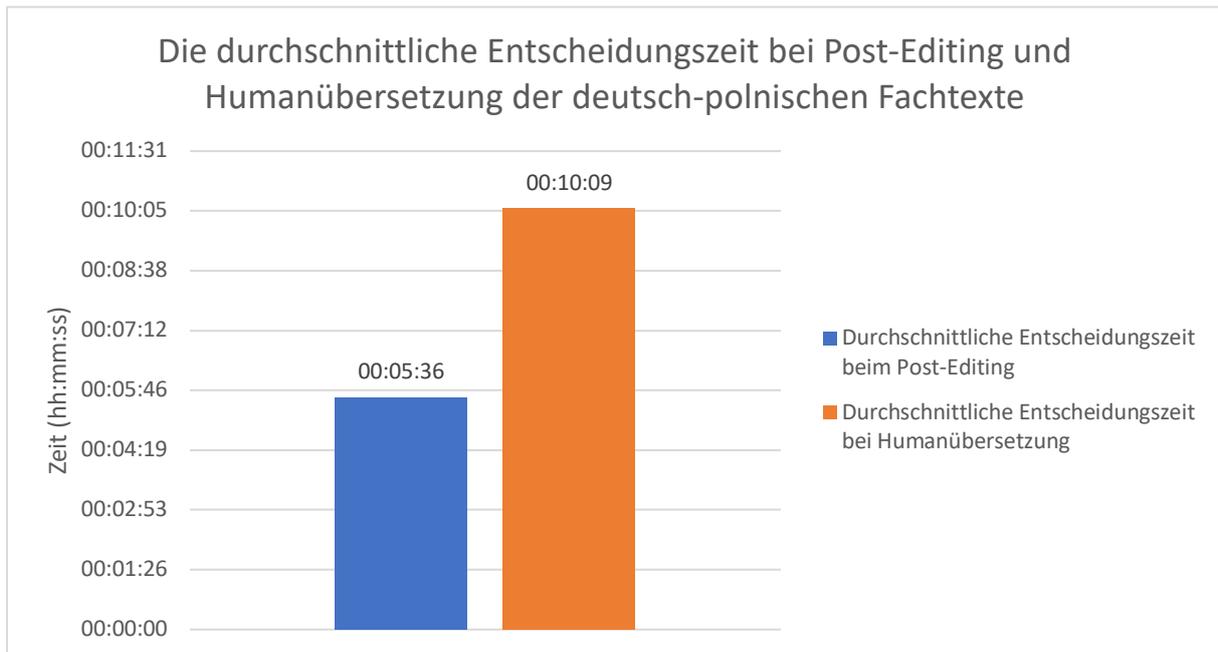
Tabelle 8 Die gesamte Zeit für die Entscheidungsfindung der/des jeweiligen ÜbersetzerIn über posteditiertes und übersetztes Segment im Text

ÜbersetzerIn NR	Post-Editing	Humanübersetzung
1	00:00:45	00:00:58
2	00:01:01	00:00:56
3	00:00:45	00:01:15
4	00:01:15	00:00:59
5	00:01:17	00:00:35
6	00:35:00	00:36:00
7	00:00:40	00:50:01
8	00:00:30	00:00:40
9	00:01:30	00:01:00
10	00:01:00	00:00:50
11	00:05:10	00:10:30
12	00:32:09	00:45:15
13	00:00:59	00:00:49
14	00:00:59	00:01:34
15	00:00:55	00:00:50
GESAMTE ZEIT	01:23:55	02:32:12

5.3.1 Die durchschnittliche Entscheidungszeit über posteditiertes und übersetztes Segment im Text

Die Grafik (s. Grafik 5) zeigt die durchschnittliche Entscheidungszeit über posteditiertes und manuell übersetztes Segment in Fachtexten. Die durchschnittliche Entscheidungszeit beim posteditierten Segment beträgt 5 Minuten und 36 Sekunden. Beim manuell übersetzten

Segment beträgt dagegen die durchschnittliche Zeit 10 Minuten und 09 Sekunden. Die Differenz zwischen den durchschnittlichen Entscheidungszeiten ergibt 4 Minuten und 33 Sekunden. Aus dieser Grafik geht hervor, dass die Entscheidungszeit beim Post-Editing kürzer war. Es ist aber erwähnenswert, dass der durchschnittliche zeitliche Unterschied zwischen Entscheidungszeit über posteditiertes und übersetztes Segment gering ist. Die Gründe dafür wurden ausführlich im Kapitel 5.4 und 5.6.1 beschrieben.



Grafik 5 Die durchschnittliche Entscheidungszeit bei Post-Editing und Humanübersetzung der deutsch-polnischen Fachtexte

5.4 Fehler beim Post-Editing

Die lexikalischen Fehler waren einer der Fehler beim Post-Editing des ins Polnische übersetzten Fachtextes, der von den ÜbersetzerInnen korrigiert wurde. Auf lexikalischer Ebene wurden vor allem solche Fehler, wie z. B. falsche Wortübersetzung, nichtübersetzte Fachbegriffe, überübersetzte Wörter, nicht kontextbezogene Übersetzung von Wörtern und teilweise falsch übersetzte Fachbegriffe, gefunden. ÜbersetzerIn Nr. 11 wies darüber auf nichtübersetzte kulturbezogene bzw. regionalbezogene Wörter hin:

Es gab lexikalische Fehler zuhauf. Es fehlte an Übersetzung von Fachbegriffen (von regionalen norddeutschen Begriffen ganz zu schweigen). Sogar einfache Wörter oder Kollokationen waren mitunter falsch übersetzt. (ÜbersetzerIn Nr 11)

Die oben genannten lexikalischen Fehler erforderten in erster Linie eine gründliche Kontrolle der Übersetzung der Wörter im Text, d. h. eine Überprüfung der übersetzerischen Äquivalenz von Fachbegriffen sowie der korrekten Übersetzung von Wörtern, die dem Kontext des Fachtextes entsprechen (s. Tabelle 10).

Daher kann der Schluss gezogen werden, dass die Engine der neuronalen maschinellen Übersetzung in der deutsch-polnischen Sprachkombination nicht nur durch Übersetzungen von Fachbegriffen im Bereich Biomasse ergänzt werden muss, sondern auch deren Verbesserung im Falle ihrer falschen Übersetzung erfordert. Darüber hinaus sollte die Übersetzung einfacher Wörter verbessert und durch Übersetzungsäquivalente ergänzt werden, die an den Kontext des maschinell erstellten Textes angepasst sind.

Ein weiterer Aspekt, der darauf hindeutet, dass die Engine der neuronalen maschinellen Übersetzung in der deutsch-polnischen Sprachkombination verbessert werden muss, ist die Zeit, in der die ÜbersetzerInnen nach einer korrekten Übersetzung von Fachbegriffen und einfachen Wörtern gesucht haben (s. Kapitel 5.1 und 5.1.1 und Tabelle 10).

Tabelle 9 Die meist recherchierten Fachwörter beim Post-Editing des neuronal maschinellen übersetzten Textes

AUSGANGSTEXT	MASCHINELLE ÜBERSETZUNG	METHODE DER RECHERCHE	POST-EDITING
<i>Knickholz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Knicks</i>, • <i>Złamanie</i> • <i>Knyki</i> falsche Übersetzung	Recherche nach der Übersetzung des Fachwortes in Online-Wörterbüchern und wissenschaftlichen Präsentationen über Holz	<ul style="list-style-type: none"> • <i>połamane drzewa</i>, • <i>drewno zrębowe</i>, • <i>drewno opalowe</i>
<i>Gehölbewuchs</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>roślinność</i> teilweise korrekte Übersetzung	Überprüfung der Übersetzung im Polnischen in den Online-Wörterbüchern	<ul style="list-style-type: none"> • <i>obszar porośnięty krzewami</i> • <i>zadrzewienie</i>
<i>Gülle</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>gnojowica</i> • <i>plynna</i> 	Überprüfung der Übersetzung im	<ul style="list-style-type: none"> • <i>gnojowica</i> • <i>gnojówka</i>

	Überübersetzung	Polnischen in den Online-Wörterbüchern	
<i>gehölzfrei</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>bezdrzewny</i> falsche Übersetzung - wortwörtliche Übersetzung	Das Adjektivkompositum wurde separat überprüft (gehölz frei) und dann an dem Kontext des Textes angepasst und stilistisch verbessert	<ul style="list-style-type: none"> • <i>nie są porośnięte krzewami</i> • <i>niezadrzewiony</i>
<i>landesweit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>ogólnopolski</i> falsche Übersetzung – nicht kontextbezogene Übersetzung	Ohne Überprüfung der Übersetzung, weil der Text sich auf ein Bundesland in Deutschland bezieht	<ul style="list-style-type: none"> • <i>ogólnokrajowy</i> • <i>kraj związkowy</i>
<i>bedenken</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>pamiętać</i> Falsche Übersetzung – nicht kontextbezogene Übersetzung	ÜbersetzerInnen haben das Verb an den Kontext angepasst	<ul style="list-style-type: none"> • <i>zwrócić uwagę na</i>
<i>Humusreproduktion</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>rozmnażanie próchicy</i> teilweise korrekte Übersetzung	Das Kompositum wurde zuerst separat überprüft (Humus reproduktion) und dann richtig in die polnische Sprache richtig übersetzt.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>reprodukcja próchnicy</i>
<i>Vorgeest</i>	nicht übersetzt	Suche nach der möglichen polnischen Übersetzung. Die Übersetzung wurde ergänzt, um sie genau	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Vorgeest</i> • <i>z rejonu Vorgeest</i>

		für polnisches Publikum zu bestimmen.	
<i>Schleswig-Holstein</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Schleswig-Holstein</i> • <i>Szlezwik-Holsztyn</i> <p>nicht übersetzt oder gut übersetzt – inkonsistente Übersetzung durch den ganzen Text</p>	Überprüfung der Deklination in der polnischen Sprache und Korrektur der Rechtschreibung des Eigennamens im Text	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Szlezwik-Holsztyn</i> • <i>niemieckiego kraju zwiqzkowego Szlezwik-Holsztyn</i>
<i>Hackschnitzel</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>wióry drzewne</i> • <i>zrębki drzewne</i> <p>falsche Übersetzung</p>	Überprüfung der Übersetzung im Polnischen in den Online-Wörterbüchern	<ul style="list-style-type: none"> • <i>trociny</i>

Eine weitere Gruppe von Fehlern beim Post-Editing des Textes auf Polnisch sind Fehler auf syntaktischer Ebene. Die ÜbersetzerInnen wiesen vor allem auf Fehler, wie die falsche Wortstellung einzelner Wörter oder Wortgruppen sowie Kongruenzfehler, hin (s. Tabelle 11).

Die falsche Wortstellung bzw. stilistische Fehler ergeben sich vor allem daraus, dass die neuronale maschinelle Übersetzung die Satzkonstruktion des Ausgangstextes übernommen hat. Die ÜbersetzerIn Nr. 2 fügte hinzu, dass die Sätze eigentlich wortwörtlich durch die maschinelle Übersetzung übertragen wurden. Interessant ist, dass für die ÜbersetzerIn Nr. 11 „die Syntax in Ordnung“ war. Dies könnte auf das individuelle Sprachgefühl bzw. stilistische Gefühl der ÜbersetzerInnen zurückgeführt werden.

Angesichts der oben genannten Fehler liegt die Schlussfolgerung nahe, dass die maschinelle Übersetzung nicht nur Verbesserung im Bereich der Übersetzung von Fachbegriffen, sondern auch des Stils bzw. der Grammatik der polnischen Sprache erfordert. Wie bereits erwähnt, übersetzt die maschinelle Übersetzung Sätze wortwörtlich, ohne auf den Stil bzw. die Grammatik der Zielsprache zu achten. Dadurch wird auch klar, warum die Entscheidungszeit über die korrekte Übersetzung eines posteditierten Satzes bei einigen

ÜbersetzerInnen (ÜbersetzerIn Nr 2, 4, 5, 9, 10, 13, 15) länger gedauert hat als bei der Humanübersetzung.

Tabelle 10 Einige Beispiele der posteditierten Sätze

AUSGANGSTEXT	MASCHINELLE ÜBERSETZUNG	POST-EDITING
Nur rund 10% der Landesfläche Schleswig-Holsteins sind bewaldet, dem umfangreichen Knicknetz kommt deshalb aus ökologischer Sicht, aber auch als Lieferant von Energieholz eine besondere Bedeutung zu.	Tylko około 10% obszaru Schleswig-Holstein jest zalesione, dlatego też rozległa sieć Knicknetz ma szczególne znaczenie z ekologicznego punktu widzenia, ale także jako dostawca drewna energetycznego.	Tylko około 10% obszaru w Szlezwik-Holstein jest zalesiona, dlatego też rozległa sieć połamanych drzew ma szczególne znaczenie nie tylko z ekologicznego punktu widzenia, ale także jako dostawca drewna energetycznego.
Bei der ermittelten Gesamtlänge der Knicks ist zu bedenken, dass schätzungsweise etwa ein Drittel nur einen lückenhaften oder überhaupt keinen Gehölbewuchs aufweist bzw. dieser aus niedrig bleibenden Sträuchern (z.B. Teebuschknicks der Vorgeest) besteht, so dass der nutzbare Teil der o. g. Knicklängen entsprechend geringer ist.	W odniesieniu do całkowitej wyznaczonej długości Knicksów należy pamiętać, że szacuje się, iż około jedna trzecia Knicksów ma tylko jedną niejednorodną roślinność lub nie ma jej wcale, albo że składają się na nią krzewy, które nie pozostają sztywne (np. knyki krzewu herbacianego z Vorgeest), tak że użyteczna część wyżej wymienionych długości pazurków jest odpowiednio mniejsza.	W odniesieniu do całkowitej wskazanej powierzchni obszaru zakrzewionego należy zwrócić uwagę na to, że szacunkowo około 1/3 obszaru porośnięta jest w sposób niejednorodny lub wcale, albo że porośnięta jest niskimi krzewami (np. krzew herbaciany porastający w rejonie Vorgeest), dlatego nadająca się do wykorzystania część wyżej wymienionych krzewów jest odpowiednio mniejsza.

<p>Die potenziellen Energieerträge aus der Vergärung von Gülle ergeben sich aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> - prognostizierte Anzahl Tiere je Tierart für das Jahr 2020 und damit potenzieller Gülleanfall - Anteil Gülle für Biogasnutzung 	<p>Wynikają z tego potencjalne zyski energii z fermentacji gnojowicy:</p> <ul style="list-style-type: none"> - przewidywana liczba zwierząt na gatunek zwierząt na rok 2020, a tym samym potencjalna produkcja obornika - procentowy udział gnojowicy przeznaczony do produkcji biogazu 	<p>Potencjalny bilans energetyczny uzyskany z fermentacji gnojowicy zależy od:</p> <ul style="list-style-type: none"> - przewidywanej liczby zwierząt i ich podziału ze względu na gatunek na rok 2020, a tym samym potencjalnej ilości wyprodukowanej gnojowicy - procentowej ilości gnojowicy przeznaczony do produkcji biogazu
---	---	---

Zusätzlich haben die ÜbersetzerInnen beim Post-Editing Fehler auf semantischer Ebene gefunden. Für ÜbersetzerInnen waren die Sätze meist unklar, weil „die Satzkonstruktionen aus dem Deutschen übernommen wurde.“ (ÜbersetzerIn Nr. 3) Die ÜbersetzerIn Nr. 13 teilte ferner mit, dass

es viele unnötige Wortwiederholungen gibt sowie und typische Konstruktionen für die deutsche Sprache, die im Polnischen umgeschrieben werden müssen (z. B. Nominalphrase müsste als ein Satz umgeschrieben werden). (ÜbersetzerIn Nr. 13)

Ein weiterer Grund, warum Sätze unklar waren, war ihre Länge bzw. Komplexität. Die ÜbersetzerIn Nr. 2 betonte, dass er/sie Schwierigkeiten hatte, die Sätze zu verstehen und zu korrigieren, weil sie zu lang waren. Derselben Meinung sind die ÜbersetzerInnen Nr. 6, 7, und 8. Die oben genannten Fehler auf der semantischen Ebene haben auch einen Einfluss darauf, weil die Entscheidungszeit über einen korrekt posteditierten Satz bei einigen ÜbersetzerInnen (Nr. 2, 4, 5, 9, 10, 13, 15) länger gedauert hat als bei der Humanübersetzung.

Die oben dargestellten Fehler im maschinell erstellten Fachtext bestätigen die im Kapitel 3.2 beschriebenen Probleme der polnischen Sprache in der digitalen Sprachindustrie. Die maschinelle Übersetzung in der Sprachkombination Deutsch-Polnisch erfordert eine

Weiterentwicklung und Verbesserung der polnischen Sprachkorpora. Außerdem muss an Informationen über die Semantik der polnischen Sprache gearbeitet werden.

5.5 Probleme bei der Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung

Bei der Übersetzung ohne Einsatz der neuronalen maschinellen Übersetzung hatten die ÜbersetzerInnen die größten Probleme auf lexikalischer und semantischer Ebene. Auf syntaktischer Ebene wurden keine bedeutenden Probleme festgestellt.

Auf der lexikalischen Ebene haben einige ÜbersetzerInnen (Nr. 1, 3, 4, 9, 10, 11, 15) zugegeben, dass die Übersetzungen von Fachbegriffen nicht einfach zu finden waren (s. Tabelle 12), was die Übersetzungszeit des Fachtextes verlängerte. Die ÜbersetzerIn Nr. 15 hat genauer geschrieben, dass sie Probleme hatte, „eine richtige Übersetzung von Fachbegriffen zu finden, eine richtige Option zu wählen, wenn es einige mögliche Übersetzungen gab“. Für die ÜbersetzerInnen Nr. 2, 7, 12 waren nur einige Übersetzungen von Fachwörtern schwierig zu finden, wie z. B. *Aufflanschen* oder *Gleitschalung*. Die ÜbersetzerInnen Nr. 6 und 13 haben geschrieben, dass „die polnischen Entsprechungen für die deutschen Fachbegriffe meistens ohne größere Probleme zu finden waren.“ (ÜbersetzerIn Nr. 13) und sie „keine Probleme, ein entsprechendes Äquivalent zu finden.“ (ÜbersetzerIn Nr. 6) hatten.

Tabelle 11 Die meist recherchierten Fachwörter bei der Übersetzung ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung

AUSGANGSTEXT	RECHERCHE	ÜBERSETZUNG
<i>Auftrieb</i>	Die Übersetzung wurde leicht im Online-Wörterbuch gefunden.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>napęd</i>
<i>Zwischenschaltung</i>	Das Kompositum wurde zuerst separat übersetzt und dann im Polnischen überprüft, ob die Übersetzung korrekt ist.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>głowica sprzęgająca</i> • <i>przekładnia</i> • <i>bez pośredniego elementu</i> • <i>bez podłączenia przekładni</i> <p>Alle Übersetzungen sind korrekt</p>
<i>Turmschwingungen</i>	wie oben	<ul style="list-style-type: none"> • <i>drganie słupa</i>

		<ul style="list-style-type: none"> • <i>wahanie wieży</i> • <i>drganie wieży</i> <p>Alle Übersetzungen sind korrekt</p>
<i>Ankerkorb</i>	wie oben	<ul style="list-style-type: none"> • <i>kosz zbrojeniowy</i> • <i>zespół kotwiący</i> • <i>kosz kotwiący</i> <p>Alle Übersetzungen sind korrekt</p>
<i>Gittermasten</i>	wie oben	<ul style="list-style-type: none"> • <i>maszt kratowy</i>
<i>vorschreiben</i>	Das Verb wurde an den Kontext des Textes angepasst.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>zalecać</i>
<i>vorbehalten</i>	wie oben	<ul style="list-style-type: none"> • <i>zastrzegać</i>
<i>Fachwerkkonstruktion</i>	Zwei Möglichkeiten der Übersetzung von <i>Fachwerkkonstruktion</i> – Welche Übersetzung des Wortes für den Text korrekt ist, wurde nach der Übersetzung von <i>Gittermasten</i> entschieden. Die Übersetzung von <i>Gittermasten</i> variiert je nach Bereich des Textes.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>konstrukcja kratowana</i> • <i>kratownica</i> <p>Alle Übersetzungen sind korrekt</p>
<i>Aufflanschen</i>	Dieses Nomen hat den ÜbersetzerInnen große Probleme der ÜbersetzerInnen bei der Recherche bereitet.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>kolnierz</i> • <i>okrągłe zakończenie</i> <p>Alle Übersetzungen sind korrekt</p>

<i>polygonförmig</i>	Das Adjektivkompositum wurde zuerst separat übersetzt und dann im Polnischen überprüft, ob die Übersetzung korrekt ist.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>w kształcie wielokąta</i>
<i>Onshore-Windkraftanlagen</i>	Die Übersetzung wurde leicht im Online-Wörterbuch gefunden.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>wieże turbinowe typu on-shore</i> • <i>wieże lądowe turbin wiatrowych</i> <p>Alle Übersetzungen sind korrekt</p>

Auf syntaktischer Ebene hatten die ÜbersetzerInnen keine größeren Probleme festgestellt. Nur die ÜbersetzerInnen Nr. 3 und 5 haben angegeben, dass es „wegen der Satzlänge nicht immer klar war, was die Bedeutung von dem Satz war.“

Auf semantischer Ebene hatten die ÜbersetzerInnen Probleme, die richtige Bedeutung von Wörtern in Bezug auf den Zusammenhang des Textes zu finden. Die Übersetzerin Nr. 13 hebt hervor, dass „bei einigen Fachbegriffen mehrere Übersetzungen vorgeschlagen wurden, die entweder gar nicht passten oder es wären nach meinem Gefühl mehrere passend.“ (ÜbersetzerIn Nr. 13) Die ÜbersetzerIn Nr. 15 fügte noch hinzu, dass ÜbersetzerIn die Schwierigkeiten hatte, „die richtigen Beziehungen zwischen den verschiedenen Satzteilen zu erkennen.“ Die Probleme, den richtigen Kontext des Fachbegriffes zu finden und die richtige Bedeutung des Satzes zu erkennen, hatten außerdem die ÜbersetzerInnen Nr. 2, 4 und 11. Die ÜbersetzerInnen Nr. 3, 6, 7, und 12 hatten dagegen keine Schwierigkeiten, die Semantik der Fachbegriffe und Sätze zu verstehen.

Die oben beschriebenen Probleme und Fehler auf lexikalischer, semantischer sowie syntaktischer Ebene hatten einen großen Einfluss darauf, wie lang die Entscheidung über das korrekt posteditierte und korrekt manuell übersetzte Segment dauerte. Weitere Faktoren in Bezug auf die Entscheidungszeit werden im Kapitel 5.6. diskutiert.

Wie bereits zur Sprache gebracht wurde, haben die ÜbersetzerInnen Fehler und Probleme sowohl beim Post-Editing als auch bei der Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung des Fachtextes beobachtet. Dies beweist, dass die beiden Fachtexte den gleichen Schwierigkeitsgrad aufweisen. Beim Post-Editing sind die ÜbersetzerInnen vor allem auf

lexikalische, syntaktische und semantische Fehler gestoßen. Bei der Humanübersetzung hatten die ÜbersetzerInnen Probleme auf lexikalischer und semantischer Ebene gefunden.

Um eine richtige Übersetzung von Fachbegriffen zu finden und sie beim Post-Editing zu korrigieren sowie den Text manuell zu übersetzen, haben die ÜbersetzerInnen hauptsächlich online Ressourcen, wie die Online-Wörterbücher pons.pl, diki.de, context.reverso, google.pl, linguee.pl, ozali.org und pl.dictindustry.com verwendet. Die ÜbersetzerInnen Nr. 4 und 14 haben zusätzlich Wikipedia in der deutschen und der polnischen Sprache genutzt. Außerdem haben sie nach Fachbegriffen in Paralleltextrn, wissenschaftlichen Präsentationen und bei Google Grafik gesucht, um sicherzustellen, dass die Übersetzung eines bestimmten Fachwortes korrekt war. Nur die ÜbersetzerIn Nr. 15 hat ansonsten online Wörterbücher aus dem Bereich der Bautechnik der Windenergieanlage oder Informationen auf der Webseite Pewerty.Wiki verwendet. Je nachdem, ob ein bestimmter Fachbegriff oder ein bestimmtes Wort im deutsch-polnischen Sprachkorpus im Internet stand, erforderten einige Begriffe längere oder kürzere Recherchezeit. Die Recherchezeit eines Fachbegriffes oder Wortes beim Post-Editing dauerte 8-50 Sekunden und bei der Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung 5-45 Sekunden. Dies zeigt, dass der deutsch-polnische Sprachkorpus im Internet ständig verbessert oder aktualisiert werden muss.

Nach der Analyse der Screen-Recording-Videos können die ÜbersetzerInnen bei dem Post-Editing in zwei Gruppen eingeteilt werden. Eine Gruppe der ÜbersetzerInnen suchte sofort nach der richtigen Übersetzung des Fachbegriffes, d. h. sie haben zuerst den Ausgangstext gelesen, dann den Fachbegriff in der Ausgangssprache ins Wörterbuch eingetippt und nach der richtigen Übersetzung gesucht, unabhängig davon, wie die maschinelle Übersetzung den Fachbegriff übertragen hatte. Die zweite Gruppe stellte hingegen zunächst sicher, ob der Fachbegriff in der Zielsprache zu finden war. Wurde eine solche Übersetzung des Fachbegriffes nicht gefunden, suchten die ÜbersetzerInnen nach der richtigen Übersetzung im Online-Wörterbuch.

Bei der Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung kann man die ÜbersetzerInnen ebenfalls in zwei Gruppen einteilen. Die erste Gruppe hat nach der korrekten Übersetzung des Fachbegriffes und gesucht ihn dann akzeptiert. Die zweite Gruppe hat darüber hinaus sichergestellt, dass die gefundene Übersetzung in wissenschaftlichen Wörterbüchern vorkommt oder im wissenschaftlichen Gebrauch ist. Die Art und Weise, wie die ÜbersetzerInnen die Übersetzung eines Fachbegriffs gesucht haben, hat definitiv die Zeit beeinflusst, in der sie Post-Editing und Humanübersetzung gemacht haben. Nur die

ÜbersetzerIn Nr. 14 hat vor Beginn der Übersetzung oder des Post-Editings eines Fachtextes den enthaltenen Fachwortschatz überprüft und dann den Text übersetzt oder posteditiert.

Ein weiterer erwähnenswerter Aspekt ist, wie die ÜbersetzerInnen den maschinell übersetzten Text posteditiert haben. Die ÜbersetzerInnen haben den Ausgangstext auf zweierlei Weise mit dem Zieltext verglichen. Sie haben den maschinell übersetzten Text satzweise, mit mehreren Sätzen (je 2-4 Sätze) oder absatzweise übersetzt. Nur die ÜbersetzerIn Nr. 14 hat zum Ende des Post-Editings des Textes den bereits korrigierten Text überprüft, um noch stilistische Korrekturen vorzunehmen.

Interessant ist auch die Art und Weise, wie die ÜbersetzerInnen den Text ohne den Einsatz eines maschinellen Übersetzungssystems übertragen haben. Sie haben zuerst die erste Version eines Satzes geschrieben und nach der Übersetzung des gesamten Absatzes oder des gesamten Textes die Sätze wieder korrigiert, um die bestmögliche Endversion der Übersetzung zu erstellen. Aus diesem Grund kann man sagen, dass die ÜbersetzerInnen mehr Wert auf die selbständige Übersetzung und deren Qualität gelegt haben als auf das Post-Editing. Daher unterscheiden sich die Entscheidungszeit sowie die gesamte Zeit des Post-Editings und der Humanübersetzung.

Aufgrund der oben genannten Faktoren kann festgestellt werden, dass die Zeit des Post-Editings und der Übersetzung ohne Einsatz eines maschinellen Übersetzungssystems von bestimmten Aspekten abhängig ist, wie:

- Suchmethode nach Übersetzungen von Fachbegriffen und Wörtern,
- Genauigkeit, insbesondere um sicherzustellen, dass die Übersetzung eines Fachbegriffs korrekt ist,
- Arten der verwendeten Ressourcen bzw. Stand des Sprachkorpus,
- Methode der Übersetzung und Korrektur des Textes,
- Bemühung, den Text so zu übersetzen, dass die endgültige Version der Übersetzung auf hohe Qualität verweist.

5.6 Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing eines neuronal maschinell erstellten Fachtextes und zur Humanübersetzung

Bis dahin wurde die Zeitdauer des Post-Editings und der Übersetzung des Fachtextes ohne Einsatz der NMÜ analysiert und beurteilt. Die oben dargestellten Ergebnisse haben gezeigt, dass das Post-Editing des neuronal maschinellen erstellten Textes in der polnischen Sprache weniger Zeit in Anspruch genommen hat, als die Übersetzung ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung. Es wurden auch die ersten Vermutungen präsentiert, warum das Post-Editing des Fachtextes kürzer dauerte als die Humanübersetzung.

In diesem Kapitel wird die Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing des neuronal maschinell übersetzten Fachtextes und zur Übersetzung des Fachtextes ohne Einsatz der NMÜ analysiert. Außerdem werden die weiteren Faktoren, warum Post-Editing kürzer dauerte als Humanübersetzung, besprochen. Die Einstellung der ÜbersetzerInnen wird anhand ihrer Antworten auf die offenen Fragen beurteilt, die über die Online-Umfrage übermittelt wurden. Darüber hinaus wird die Einstellung der ÜbersetzerInnen mit der Einstellung der ÜbersetzerInnen verglichen, die in der obigen Theorie diskutiert wird.

5.6.1 Entscheidung über Post-Editing des maschinell erstellten Satzes und/oder Begriffes

Die erste offene Frage der Online-Umfrage bezog sich darauf, ob die Entscheidungen beim Post-Editing des maschinell erstellten Satzes oder/und des Begriffes besonders schwierig zu treffen waren. Fast alle an der Untersuchung beteiligten ÜbersetzerInnen sind sich einig, dass es schwierig war, eine Entscheidung über das Post-Editing des maschinell erstellten Satzes und Begriffes zu treffen.

Die meisten ÜbersetzerInnen (Nr. 2, 3, 6, 7, 8, 12 und 15) hatten hauptsächlich Probleme mit der Nachbearbeitung von maschinell vorgeschlagenen Sätzen im Text. Sie Schwierigkeiten, einen neuen grammatikalisch und stilistisch korrekten Satz in der Zielsprache zu erstellen. Die ÜbersetzerIn Nr. 2 hat betont, dass diese Entscheidung beim Übersetzen ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung viel einfacher zu treffen war, da er/sie von Anfang an selbst Sätze übersetzt und gebildet hat:

Ja. Die Entscheidung war schwer zu treffen. Bei dem Post-Editing waren die Sätze schon vorhanden und von ihnen suggeriert. Daher war es schwierig, einen neuen und grammatikalisch und stilistisch korrekten Satz zu erstellen. Es war auch zeitaufwendig zu prüfen, ob die Wörter von der Maschine korrekt übersetzt wurden. Bei einer Humanübersetzung war diese Entscheidung nicht schwer zu treffen, denn es war meine Übersetzung von Anfang bis Ende. (ÜbersetzerIn Nr 2)

Der Einfluss einer maschinell erstellten Satzstruktur auf das Problem mit der Erstellung eines korrekten Satzes wird auch von der ÜbersetzerIn Nr. 15 erwähnt: „Manchmal ja, weil es schwierig werden kann, den Satz anders zu sehen und ihn total umzuformulieren (wenn es notwendig ist), wenn man schon vorher eine Übersetzung gesehen hat und von ihr beeinflusst wurde.“

Wegen der Beeinflussung eines maschinell übersetzten Satzes hat die ÜbersetzerIn Nr. 7 nicht mehr auf die Qualität des Textes geachtet und die maschinell erstellten Satzstrukturen akzeptiert.

Ja, weil ich schon mit der maschinell erstellten Text suggeriert habe. Deswegen habe ich keine andere Idee, wie man einen Satz gut stilistisch korrigiert. Es wird auch keine große Aufmerksamkeit dafür geschenkt. Ich hatte keine Lust mehr, den Text weiter zu überprüfen und zu korrigieren. Aus diesem Grund ich habe alles einfach akzeptiert. (ÜbersetzerIn Nr 7)

Da die Entscheidung über das Post-Editing der maschinell übertragenen Sätze für die Übersetzerin Nr. 12 schwierig zu treffen war und die ÜbersetzerIn durch sie beeinflusst war, hatte die ÜbersetzerIn keine Lust mehr, den Text weiter nachzubearbeiten:

Ja. Ich musste noch mal überprüfen, ob die Übersetzung gut ist oder noch mal einen neuen Satz zu erstellen, was sehr schwierig war. Da ich mit schon erstelltem Output suggeriert habe, war schwierig einen neuen Satz zu erstellen und deswegen hatte ich keine Lust, um auf die Qualität des Textes zu achten. (ÜbersetzerIn Nr. 12)

Aufgrund der Tatsache, dass die Entscheidung, einen Satz und/oder Begriff zu posteditieren, schwierig war, ist außerdem das Problem mit der richtigen Übersetzung der Fachterminologie und/oder Wörter im Text verbunden. Der Grund dafür ist, dass die meisten maschinell erstellten Wörter nicht mit dem Kontext des Textes übereingestimmt haben:

Die maschinelle Übersetzung hat sicherlich viel mehr Zeit in Anspruch genommen. Die Sätze waren teilweise falsch formuliert. Dies hat dazu geführt, dass es schwierig war die Bedeutung mancher Aussagen zu eruieren. Auch in Bezug auf Lexik war die maschinelle Übersetzung nur wenig hilfreich. Oftmals waren die übersetzten Fachwörter einfach falsch und passten nicht im Kontext. Die maschinelle Übersetzung bietet außerdem kaum Variation auf der lexikalischen Ebene – alles wird mit nur einem Wort wiedergegeben bzw. ohne Rücksicht auf den Kontext zu nehmen. (ÜbersetzerIn Nr. 10)

Abgesehen von der Fehlerhäufigkeit auf der semantischen, der syntaktischen und der lexikalischen Ebene (s. Tabellen 10 und 11) im maschinell übersetzten Text, hatten viele Wörter mehrere Bedeutungen, so dass die Entscheidung über das Post-Editing der Wörter schwer zu treffen war:

Ja. Die Übersetzung war insgesamt qualitativ sehr schlecht. Es gab sehr viele lexikalische Fehler, was dazu führte, dass die Übersetzung unverständlich war. Aufgrund dessen, dass die Bedeutung einiger wichtiger Begriffe nicht eruierbar war, konnte ich mich lange zu einer bestimmten Übersetzungsvariante nicht entscheiden. (ÜbersetzerIn Nr. 13)

Die ÜbersetzerIn Nr. 5 hat zusätzlich hervorgehoben, dass die ÜbersetzerIn durch die ständige Kontrolle der korrekten Übersetzung von Wörtern nicht mehr in der Lage war, eine richtige Entscheidung über die Nachbearbeitung des Textes zu treffen:

Die Entscheidung war schwierig, denn um sicherzustellen, dass die maschinelle Übersetzung eines bestimmten Satzes gut ist, musste sie gründlich überprüft werden. So war es beispielsweise notwendig, die Übersetzung mit Google zu versehen und zu überprüfen, ob sie korrekt war. (ÜbersetzerIn Nr. 5)

Dasselbe Gefühl hat die ÜbersetzerIn Nr. 11. Die ÜbersetzerIn Nr. 11 musste nicht nur Sätze neu übersetzen, sondern auch sich selbst gefragt hat, ob ein bestimmter Satz oder ein bestimmtes Wort korrigiert werden sollte: „Ja, weil man eigentlich oft einen neuen Satz schreiben musste und man musste sich fragen, ob ich etwas vom Post-Editing doch brauche oder alles löschen kann.“ (ÜbersetzerIn Nr. 11)

Die Schwierigkeit, zu entscheiden, ob der Satz und/oder das Wort nachbearbeitet werden soll, hat sicherlich nicht nur die Entscheidungszeit beim Post-Editing des Segmentes, sondern auch die Gesamtzeit des Post-Editings beeinflusst (s. Kapitels 5.3 und 5.3.1). Nach der Analyse der Aussagen aller beteiligten ÜbersetzerInnen kann festgestellt werden, dass die Entscheidungszeit und die gesamte für die Nachbearbeitung eines Textes nötige Zeit kürzer war als bei der Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung.

In erster Linie haben sich die ÜbersetzerInnen durch den maschinell erstellten Satz beeinflussen lassen. Aus diesem Grund konnten sie weder eine neue Übersetzung des Satzes erstellen noch die Sätze korrigieren, weil sie auf keine andere Übersetzungslösung gekommen waren. Da die ÜbersetzerInnen den Satz nicht korrigieren oder neu übersetzen konnten, haben sie auf die Qualität des Textes nicht mehr geachtet. Darüber hinaus hatten sie keine Lust, den Text weiter zu verbessern. Auch die ständige Korrektur der gleichen Fehler auf stilistischer, semantischer und lexikalischer Ebene hat dazu beigetragen, dass die ÜbersetzerInnen den Text

nicht weiter nachbearbeiten wollten und damit das akzeptierten, was die maschinelle Übersetzung ihnen anbot.

Die Abneigung, dieselben stilistischen oder lexikalischen Fehler zu korrigieren sowie der Einfluss des maschinell erstellten Satz wirkten sich zweifellos darauf aus, dass die Entscheidungszeit beim Post-Editing des Segments viel schneller war als bei der Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung. Darüber hinaus lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass die oben genannten Faktoren auch die Post-Editing-Zeit beeinflussten, d. h. das Post-Editing von Faxtexten hat weniger Zeit in Anspruch genommen als das Übersetzen eines Fachtextes ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung.

Die im Kapitel 1.5.2 erwähnten Nachteile der neuronalen maschinellen Übersetzung bestätigen, warum die Entscheidung über das Post-Editing eines Satzes und/oder Begriffes für die ÜbersetzerInnen schwierig war. Im zum Post-Editing bestimmten Text wurden viele Kollokationsfehler, Fehler in der Wortstellung oder stilistische Fehler (s. Tabelle 11) gefunden. Auch dort wurden viele Wörter falsch oder nicht kontextgerecht übersetzt (s. Tabelle 10).

Die im theoretischen Teil erwähnten Vorteile der neuronalen maschinellen Übersetzung (s. Kapitel 1.5.2) sollten in diesem Fall hinterfragt werden. Die neuronale maschinelle Übersetzung erstellt nicht natürlich klingende Sätze in der Sprachkombination deutsch-polnisch. Die ÜbersetzerInnen, und insbesondere die ÜbersetzerIn Nr. 5, stellten fest, dass die neuronale maschinelle Übersetzung keine natürlich klingenden Sätze erzeugt. Trotz ihrer Korrektur auf der stilistischen und grammatikalischen Ebene klingen sie immer noch künstlich.

Nicht zu vergessen ist die im Kapitel 1.6 beschriebene Untersuchung der neuronalen maschinellen Übersetzung – DeepL. Die Studien haben gezeigt, dass diese neuronale maschinelle Übersetzung für die Übersetzung von Fachtexten geeignet ist. Die Studie hat die MÜ-Outputs aus dem Englischen, dem Spanischen und dem Französischen ins Deutsche, ins Englische oder ins Spanische betroffen. In der Masterarbeit wurde zwar der Fachtext über Biomasse mit Hilfe von DeepL übersetzt, jedoch aus dem Deutschen ins Polnische. Die Analyse der Aussagen der ÜbersetzerInnen sowie die Analyse der Fehler auf der lexikalischen, syntaktischen und semantischen Ebene haben deutlich nachgewiesen, dass die neuronale maschinelle Übersetzung – DeepL – nicht für die Fachtexte in der Sprachkombination deutsch-polnisch geeignet ist. Daher ist festzustellen, dass die Engine von DeepL in dieser Sprachkombination verbessert und weiter ergänzt werden muss.

Vergleicht man die Untersuchung für die vorliegende Masterarbeit mit der durchgeführten Untersuchung von Burchardt und Porsiel (2017) (s. Kapitel 1.2), kann man zum Schluss kommen, dass die maschinelle Übersetzung immer noch auf die gleichen

Einschränkungen stößt wie z. B. die Mehrdeutigkeit der Wörter, nicht oder falsch übersetzte Wörter oder Probleme mit der Erkennung des Textstils. Deswegen braucht die maschinelle Übersetzung nach wie vor menschlichen Eingriff, um die Texte mit einer hochwertigen Qualität übersetzen zu können.

5.6.2 Die Meinung der ÜbersetzerInnen über die neuronale maschinelle Übersetzung und ihre potenzielle zukünftige Verwendung

Nach dem Post-Editing und der manuellen Übersetzung der Fachtexte haben die beteiligten ÜbersetzerInnen ihre Meinung über die neuronale maschinelle Übersetzung geäußert. Dabei haben sie angegeben, ob sie in der Zukunft mit der maschinellen Übersetzung arbeiten wollen werden.

Fast alle ÜbersetzerInnen sind sich einig, dass die maschinelle Übersetzung eine Erleichterung für die Arbeit der ÜbersetzerInnen ist. Sie erhöht die Produktivität der ÜbersetzerInnen, d. h. sie beschleunigt den Übersetzungsprozess, obwohl der Text Fehler auf syntaktischer und lexikalischer Ebene enthält. Dieser Meinung ist z. B. die ÜbersetzerIn Nr. 4: „Maschinelle Übersetzung finde ich sehr hilfreich beim Übersetzen von Fachtexten. Obwohl es Fehler gibt, kann man viel schneller übersetzen.“ (ÜbersetzerIn Nr. 4)

Die ÜbersetzerInnen Nr. 1, 2, 5, 7, 8, 10, 12 und 14 haben ebenfalls angegeben, dass die maschinelle Übersetzung zur Beschleunigung des Übersetzungsprozesses beiträgt, obwohl nichtsdestotrotz eine ständige Überprüfung in Bezug auf die Fehler auf lexikalischer, syntaktischer und semantischer Ebene erforderlich ist: „Maschinell erstellte Texte sind eine große Erleichterung in der Arbeit von ÜbersetzerInnen, sie verlangen jedoch auf jeden Fall manuelle Bearbeitung.“ (ÜbersetzerIn Nr. 14)

Daraus lässt sich schließen, dass die ÜbersetzerInnen eine positive Einstellung zur maschinellen Übersetzung haben. Abgesehen davon, dass die maschinelle Übersetzung die Arbeit der ÜbersetzerInnen erleichtert bzw. beschleunigt und wenig kognitiven Aufwand erfordert, haben die ÜbersetzerInnen viele Aspekte gefunden, die die maschinelle Übersetzung nicht immer hilfreich machen.

Ein solcher Aspekt ist die schlechte Qualität der durch die maschinelle Übersetzung erstellten Texte. Aus diesem Grund beschwerten sich die ÜbersetzerInnen darüber, dass sie die Übersetzung ständig auf Fehler auf der lexikalischen, semantischen und syntaktischen Ebene überprüfen müssen:

Die maschinelle Übersetzung bietet die Möglichkeit einer schnelleren Übersetzung des Textes, aber die Qualität der Übersetzung und der Prozess des Vergleichs des Ausgangstextes mit dem Zieltext ist schwierig, und jedes Mal, wenn man auf Fehler achten muss, was mit jedem Satz schwieriger wird, dass der Übersetzer nicht mehr zur Qualität der übersetzten Sätze zurückkehrt. (ÜbersetzerIn Nr. 5)

Die ÜbersetzerIn Nr. 5 wies darauf hin, dass die ÜbersetzerIn aufgrund der ständigen Überprüfung der Fehler nicht mehr auf die Qualität des Textes achte, was das Post-Editing des Textes weniger zeitaufwändig gemacht habe bzw. die Entscheidungszeit über das Post-Editing eines Satzes und/oder Begriffes kürzer gewesen sei als beim Übersetzen ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung.

Die ÜbersetzerIn Nr. 12 betont, dass die maschinelle Übersetzung hilfreich ist, aber nur dann, wenn die Übersetzerin keine Ahnung hat, wie man ein bestimmtes Textsegment übersetzt. Deswegen kann man behaupten, dass die maschinelle Übersetzung eine Art Inspiration für ÜbersetzerInnen ist. Trotzdem verweist die ÜbersetzerIn Nr. 12 ferner auf die schlechte Qualität maschinell übersetzter Texte, die stilistisch verbessert werden müssen. Dementsprechend ist die maschinelle Übersetzung nicht für Fachtexte geeignet, die eine hohe Qualität und Genauigkeit in Bezug auf die richtige Übersetzung beispielweise von Fachterminologie erfordern.

Maschinelle Übersetzung ist nur hilfreich, wenn ÜbersetzerIn keine Ahnung hat, wie man einen bestimmten Satz zu übersetzen (Sinn). Die Qualität der maschinellen Übersetzung ist jedoch sehr schlecht. Obwohl es schon einen erstellten Text gibt, muss man ihn noch mal übersetzen, um er korrekt in Bezug auf Wortschatz und Stilistik gut zu sein. Für die Fachtext ist maschinelle Übersetzung nicht geeignet. (ÜbersetzerIn Nr. 12)

Die ÜbersetzerIn Nr. 2 hat einen interessanten Aspekt angesprochen. Die ÜbersetzerIn Nr. 12 erklärte, dass, obwohl die maschinelle Übersetzung die Arbeit der ÜbersetzerInnen beschleunigt, die häufige Nutzung der maschinellen Übersetzung negative Folgen nach sich ziehen kann, d. h. die Übersetzerin wird nicht in der Lage sein, ihren eigenen übersetzten Satz zu erstellen. Folglich verlieren die ÜbersetzerInnen langsam ihre erworbenen Übersetzungsfähigkeiten.

Die maschinelle Übersetzung beschleunigt definitiv die Arbeitszeit eines Übersetzers, aber die Folge davon ist eine häufige und gründliche Überprüfung der Richtigkeit der Übersetzungen durch die Maschine. Bei Fachtexten ist die maschinelle Übersetzung eine recht schlechte Qualität, was sich auf die Qualität der Übersetzung und die Zukunft der Arbeit der ÜbersetzerInnen in diesem Sinne auswirken kann, dass Sie nicht in der Lage sein werden, ihre eigenen Übersetzungssätze herzustellen, und ihre Übersetzungsfähigkeiten beenden erst mit der Suche nach Übersetzungsäquivalenten. (ÜbersetzerIn Nr. 2)

Die nächste Gruppe von ÜbersetzerInnen (Nr. 9, 13 und 15) hat angedeutet, dass die maschinelle Übersetzung hilfreich ist, um die Arbeit der ÜbersetzerInnen zu beschleunigen. Jedoch stellen sie fest, dass die maschinelle Übersetzung nur bei einfachen und kurzen Texten nützlich ist. Insbesondere die ÜbersetzerIn Nr. 15 zeigte sich positiv beeindruckt, wie die maschinelle Übersetzung die Texte überträgt, sie fügte aber hinzu, dass dieser positive Eindruck hauptsächlich einfache Sätze ohne Fachterminologie betrifft: „Manche Sätze wurden überraschend gut übersetzt, besonders diese einfacheren Sätze ohne irgendeinen Fachbegriff.“ (ÜbersetzerIn Nr. 15)

Man darf auch nicht unerwähnt lassen, was die ÜbersetzerIn Nr. 13 über die maschinelle Übersetzung geschrieben hat. Für diese ÜbersetzerIn ist die maschinelle Übersetzung bei den Fachtexten nicht hilfreich, obwohl die bisherigen Erfahrungen der Übersetzerin mit der maschinellen Übersetzung positiv sind. Die ÜbersetzerIn Nr. 13 ist hier auf einen bedeutsamen Aspekt eingegangen, nämlich dass die Qualität einer maschinellen Übersetzung von den verwendeten Tools abhängt.

Wie erwähnt war die Übersetzung sehr schlecht. Jedoch meine früheren Erfahrungen mit maschinell übersetzten Texten sind positiv. Die Qualität der Übersetzung hängt vom eingesetzten Tool ab. Dabei ist zu bedenken, dass nicht jede Textsorte sich zur maschinellen Übersetzung eignet. (ÜbersetzerIn Nr. 13)

Die Tatsache, dass die Qualität einer maschinellen Übersetzung von Tools, wie z. B. die Engine, abhängt. Auf welche Art und Weise sie ergänzt und verbessert wird, wurde in vielen Studien schon erwähnt (Castilho et al. 2017; Choudhury & McConnell 2017, Forcada 2017, Vashee 2017). Daher kann man sagen, dass die maschinelle Übersetzung in keiner Weise im Sinne der Lexik oder Stilistik des Textes hilfreich ist:

Bei der Übersetzung von Fachtexten ist die maschinelle Übersetzung sicherlich nicht hilfreich. Sie bewahrt nicht in erster Linie den Stil des Textes. Der Stil des Textes wurde aus der Originalsprache übernommen. Die Sätze wurden hauptsächlich wörtlich übersetzt, was sich auf die Qualität des Textes auswirkt. Ich ziehe es vor, ohne maschinelle Übersetzung zu übersetzen. (ÜbersetzerIn Nr. 6)

Die ÜbersetzerIn Nr. 11 äußerte ihre völlige Unzufriedenheit mit der maschinellen Übersetzung, indem er/sie geschrieben hat, dass man „maschinell noch Tabellen oder Auszüge, aber keinesfalls Bücher oder Prospekte übersetzen könnte.“ (ÜbersetzerIn Nr. 11)

Die beteiligten ÜbersetzerInnen hatten eine positive Einstellung zur maschinellen Übersetzung, jedoch nur hinsichtlich des Zeitersparnisses bzw. der Beschleunigung der Arbeit der ÜbersetzerInnen. Trotz dieser Zufriedenheit haben die ÜbersetzerInnen geschrieben, dass

aufgrund der schlechten Qualität des maschinell erstellten Textes eine ständige Korrektur der Fehler auf der lexikalischen, der stilistischen und der semantischen Ebene erforderlich war. Durch diese ständige Kontrolle der Fehler ist der kognitive Aufwand gesunken und die Qualität der maschinell erstellten Übersetzung werde nicht mehr beachtet. Außerdem haben die ÜbersetzerInnen Angst davor, dass sie einen Satz ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung nicht mehr übersetzen können. Weiterhin weisen die ÜbersetzerInnen darauf hin, dass die maschinelle Übersetzung nur für einfache und kurze Texte geeignet ist, die keine Fachterminologie enthalten.

Die obigen Aussagen zur maschinellen Übersetzung stimmen mit den Meinungen der ÜbersetzerInnen in der Studie von Cadawell, Castilho, O'Brien und Michell bei der Generaldirektion Übersetzung der Europäischen Kommission aus dem Jahr 2016 und von Bundgaard bei TextMinded aus dem Jahr 2017 (s. Kapitel 1.3.1 und 1.3.2) überein. Die ÜbersetzerInnen der oben genannten Institutionen haben auch ihre positive Einstellung zur maschinellen Übersetzung hinsichtlich der Zeitersparnis geäußert. Es sei hier erwähnt, dass die Übersetzerinnen in beiden Institutionen den Zugang zu Übersetzungsprogrammen, in denen maschinelle Übersetzung integriert ist, und zu riesigen Terminologiedatenbanken haben. Die an der Untersuchung zum Zwecke der vorliegenden Masterarbeit teilnehmenden ÜbersetzerInnen hatten keinen solchen Zugang. Ihre Übersetzungstools waren nur Ressourcen in Online- und Papierform. Daher ist es unmöglich abzuschätzen, wie schnell die ÜbersetzerInnen bei der Generaldirektion Übersetzung und TextMinded mit Hilfe einer maschinellen Übersetzung die Texte im Vergleich zum Übersetzen ohne maschinelle Übersetzung übertragen. Ein weiterer Grund, warum die ÜbersetzerInnen bei der Generaldirektion und TextMinded mit der maschinellen Übersetzung zufrieden sind, ist das bessere Verständnis des Sinns eines Textsegments und die Möglichkeit, sich inspirieren zu lassen – diese beiden Aspekte wurden auch von den an der Untersuchung für die Masterarbeit teilnehmenden ÜbersetzerInnen angesprochen.

Auch die negative Einstellung zur maschinellen Übersetzung in beiden Übersetzergruppen stimmt überein. Die ÜbersetzerInnen nennen die gleichen Gründe, warum sie keine maschinelle Übersetzung verwenden wollen, und zwar die schlechte Qualität des maschinell übersetzten Textes und die damit verbundene Notwendigkeit kontinuierlicher Qualitätskontrolle, d. h. Fehler auf stilistischer, syntaktischer, semantischer und lexikalischer Ebene zu erkennen. Die ÜbersetzerInnen sind zusätzlich auf den Aspekt eingegangen, dass der häufige Einsatz von maschineller Übersetzung negative Auswirkungen auf kognitive

Übersetzungsprozesse haben kann, wie von Übersetzerin Nr. 2 in der obigen Untersuchung erwähnt wurde.

Wie bereits erwähnt, haben die ÜbersetzerInnen bei der Generaldirektion Übersetzung der Europäischen Kommission, TextMinded und die an dieser Untersuchung teilnehmenden ÜbersetzerInnen generell eine positive Einstellung zur maschinellen Übersetzung. Das betrifft allerdings nur die Beschleunigung der Arbeitszeit der ÜbersetzerInnen. Diese positive Einstellung hat hingegen viele negative Aspekte. Die ÜbersetzerInnen der beiden Untersuchungen befürchten, dass sie durch den ständigen Einsatz von maschineller Übersetzung eines Tages nicht mehr ohne sie übersetzen können, d. h., dass ihre Übersetzungsfähigkeiten sinken.

Die Einstellung zur maschinellen Übersetzung der an der Untersuchung für die Masterarbeit beteiligten ÜbersetzerInnen hat Einfluss auf ihre zukünftige Verwendung. Die ÜbersetzerInnen Nr. 1, 3, 8, 13 und 15 möchten in Zukunft die maschinelle Übersetzung einsetzen, um Zeit zu sparen. Ihrer Meinung nach beschleunigt die maschinelle Übersetzung den Übersetzungsprozess erheblich. Die Übersetzerin Nr. 13 behauptet zusätzlich, dass die maschinelle Übersetzung nicht nur Zeit zu sparen hilft, sondern auch wie bereits erwähnt die Bedeutung des Textes zu verstehen: „Ja, weil sie Zeit sparen lässt. Jedoch würde ich das nur für eigene Zwecke tun (z.B. um die Bedeutung eines Textes grob zu verstehen). Als Übersetzerin würde ich mich darauf nicht einlassen, es sei denn der Text wäre nicht kompliziert.“ (ÜbersetzerIn Nr 13)

Ein weiterer Grund, warum die ÜbersetzerInnen in Zukunft maschinelle Übersetzung verwenden würden, ist u. a. die Tatsache, dass der Text nur noch grammatikalisch, stilistisch und terminologisch korrigiert werden muss. Außerdem schätzen die ÜbersetzerInnen, dass die Sätze bereits übersetzt sind: „Ja, manchmal ist die maschinelle Übersetzung ein guter Rahmen für die weitere Arbeit; es funktioniert auch motivierend für mich, den teilweise übersetzten Text vor Augen zu haben, den man nur korrigieren muss.“ (ÜbersetzerIn Nr 15)

Der zukünftige Einsatz maschineller Übersetzungssysteme wurde zwar auch von den ÜbersetzerInnen Nr. 7 und 10 bestätigt, aber nur bei einfachen Texten, die keine Fachterminologie enthalten. Die ÜbersetzerIn Nr. 14 würde im Gegensatz zu den ÜbersetzerInnen Nr. 7 und 10 eine maschinelle Übersetzung für Fachtexte einsetzen. Seiner/Ihrer Meinung nach funktioniert die maschinelle Übersetzung bei dieser Art von Texten recht gut, da viele Fachbegriffe gut übersetzt wurden. Die ÜbersetzerIn Nr. 14 fügt jedoch hinzu, dass er/sie es nicht für die Übersetzung literarischer Texte verwenden würde – die ÜbersetzerIn würde es vorziehen, diese Texte selbst zu übersetzen.

Überraschenderweise möchten viele ÜbersetzerInnen trotz ihrer positiven Einstellung zur maschinellen Übersetzung zukünftig nicht die maschinelle Übersetzung verwenden. Der Grund, warum Übersetzer in der Zukunft keine maschinelle Übersetzung verwenden wollen, ist selbstverständlich die Qualität des maschinell übersetzten Textes. Die ÜbersetzerIn Nr. 2 wies darauf hin, dass er/sie aufgrund der schlechten Qualität der Übersetzung häufig Verbesserungen vornehmen und nach korrekten Übersetzungen von Fachterminologie suchen musste:

Ich möchte in Zukunft keine maschinelle Übersetzung für die Übersetzung von Fachtexten verwenden. Das bedeutet schlechte Übersetzungsqualität und ständige Überprüfung der korrekten Übersetzung von Wörtern. Ich ziehe es vor, den Text von Anfang an selbst zu übersetzen, ohne die Hilfe einer maschinellen Übersetzung. (ÜbersetzerIn Nr. 2)

Die ÜbersetzerInnen Nr. 5 und 9 haben klargestellt, dass sie in der Zukunft keine maschinelle Übersetzung verwenden möchten, weil sie nicht perfekt ist und auf jeden Fall menschlicher Eingriff erforderlich ist, um Fehler auf stilistischer und lexikalischer Ebene zu korrigieren. Ähnlicher Meinung ist ÜbersetzerIn Nr. 6, der/die genauso wenig bereit ist, in Zukunft auf maschinelle Übersetzung zu setzen. Er/Sie fügte hinzu, dass er/sie den Ausgangstext nochmal lesen und einen neuen Satz bilden musste:

Ich möchte in Zukunft keine maschinelle Übersetzung mehr verwenden. Die maschinelle Übersetzung achtet nicht auf den Stil des Zieltextes und übersetzt ihn wörtlich. Sätze sind oft unverständlich und man muss den Originaltext erneut lesen und den Satz erneut übersetzen. (ÜbersetzerIn Nr. 6)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Meinungen über den zukünftigen Einsatz der maschinellen Übersetzung geteilt sind. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass der Grund, aus dem Übersetzer in Zukunft überhaupt auf maschinelle Übersetzungssysteme setzen möchten, die Zeitersparnis ist. So kann der Übersetzungsprozess beschleunigt und die Sätze besser verstanden werden. Sie möchten aber die maschinelle Übersetzung nicht als Werkzeug für die Übersetzung eines Textes einsetzen. Dies beinhaltet nämlich eine ständige Qualitätskontrolle des maschinell übersetzten Textes sowie die Korrektur von Fehlern auf lexikalischer, semantischer und syntaktischer Ebene. Diese Faktoren haben dazu beigetragen, dass die ÜbersetzerInnen den Wunsch nach weiterem kognitivem Aufwand aufgegeben haben. Aus diesem Grund war die Zeit des Post-Editings schneller als die Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung.

5.6.3 Der Zeitaufwand von Post-Editing und Übersetzung ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung

Die ÜbersetzerInnen Nr. 1, 4, 7, 9 und 14 hatten eine positive Einstellung zum Post-Editing der neuronalen maschinellen Übersetzung in Bezug auf den Zeitaufwand. Für die Übersetzerin Nr. 1 ist das Post-Editing einfacher als eine selbständige Übersetzung, da er/sie nur den Text verbessern muss. Aus den gleichen Gründen hat die Übersetzerin Nr. 14 ihre positive Einstellung zum Post-Editing geäußert. Die ÜbersetzerIn Nr. 14 hat zugegeben, dass das Post-Editing, den Text stilistisch als auch grammatikalisch in der Zielsprache zu überprüfen und nach korrekten Übersetzungen der Fachterminologie zu suchen, keinen großen Zeitaufwand erfordert. Die ÜbersetzerIn Nr. 9 bevorzugt das Post-Editing gegenüber manueller Übersetzung, da er/sie Zeit sparen kann. Der gleichen Meinung ist die Übersetzerin Nr. 4: „Hinsichtlich des Zeitaufwands scheint natürlich Post-Editing viel günstiger zu sein. Deswegen ist es logisch zu sagen, dass ich das Post-Editing dem Übersetzen vorziehe.“ (ÜbersetzerIn Nr. 4)

Die ÜbersetzerIn Nr. 7 ist zwar zufrieden mit dem Post-Editing wegen der Beschleunigung der Arbeitszeit, aber wies dennoch darauf hin, dass er/sie die Übersetzung ohne den Einsatz maschineller Übersetzung bevorzuge, „weil es dann meine selbst erstellten Sätze sind und ich lasse mich nicht durch schon erstellte Sätze beeinflussen.“ (ÜbersetzerIn Nr. 7)

Die ÜbersetzerIn Nr. 7 hat auch einen interessanten Aspekt in Bezug auf die Post-Editition angesprochen, nämlich dass er/sie nicht in der Lage war, Sätze zu verbessern, weil er/sie sich durch die Konstruktion eines maschinell erstellten Satzes beeinflussen ließ. Die ÜbersetzerIn Nr. 8 betonte, dass er/sie von Anfang an selbst entscheiden konnte, wie ein Satz aussehen wird: „In Bezug auf den Zeitaufwand ist Post-Editing hilfreich, aber ich bevorzuge Übersetzung ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung, weil ich mich entscheiden kann, wie den Text von Anfang an aussehen soll.“ (ÜbersetzerIn Nr. 8)

Das gleiche Gefühl hatte u. a. die ÜbersetzerIn Nr. 3. Er/sie bevorzugt, ohne den Einsatz einer maschinellen Übersetzung zu übersetzen: „Ich bevorzuge selbstständiges Übersetzen, da man selbst die Entscheidungen treffen kann und wird nicht durch MÜ beeinflusst.“ (ÜbersetzerIn Nr. 3)

Die ÜbersetzerIn Nr. 6 bestätigt, dass der Einsatz einer maschinellen Übersetzung zwar die Arbeitszeit der ÜbersetzerInnen beschleunigt, aber die Qualität des maschinell erstellten Textes sehr schlecht ist. Die ÜbersetzerIn betont, dass er/sie nach dem Lesen eines Satzes in der Zielsprache nicht wusste, wie man ihn korrigiert, denn genauso wie die ÜbersetzerIn Nr. 7

war er/sie durch den maschinell übersetzten Satz beeinflusst. Aus diesem Grund zieht er/sie es vor, von Anfang bis Ende selbst zu übersetzen:

Zeitlich gesehen beschleunigt die maschinelle Übersetzung den Übersetzungsprozess. Trotz der Tatsache, dass die Textübersetzung schneller ist, ist der Text qualitativ schlecht. Nach dem Lesen eines von der Maschine übersetzten Satzes wird der Übersetzer "blockiert" und hat keine Ahnung, wie der Satz besser übersetzen soll sein. Bei einer Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung gibt es kein solches Problem, da die Sätze von Anfang an von ÜbersetzerInnen erstellt werden. (ÜbersetzerIn Nr. 6)

Die Qualität des maschinell verfassten Textes wurde von ÜbersetzerIn Nr. 2 erwähnt, da die Qualität des Textes schlecht war, zieht er es vor, ohne den Einsatz einer maschinellen Übersetzung zu übersetzen, obwohl der Zeitaufwand der manuellen Übersetzung größer war als beim Post-Editing: „Ich bevorzuge die Humanübersetzung, obwohl es etwas länger gedauert hat als das Post-Editing des Textes, denn das sind von Anfang an meine Sätze, die auch nach der Korrektur nicht künstlich klingen.“ (ÜbersetzerIn Nr. 5)

Die ÜbersetzerIn Nr. 13 brachte ihre Frustration über das Post-Editing zum Ausdruck: „Auf jeden Fall eigenständige Übersetzung. Die Korrektur war viel aufwendiger und frustrierender als die Übersetzung.“ (ÜbersetzerIn Nr. 13)

Die ÜbersetzerIn Nr. 11 drückt seine/ihre Zufriedenheit mit der Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung auf interessante Weise aus. Er/Sie argumentiert, dass die Übersetzung ohne den Einsatz der maschinellen Übersetzung viel Freude bereitet, da der Text von Anfang bis Ende von einem selbst erstellt wurde. Darüber hinaus wies die ÜbersetzerIn Nr. 11 darauf hin, dass sowohl das Post-Editing als auch die manuelle Übersetzung viel Zeit für die Suche nach Übersetzungen von Fachterminologie benötigen, so dass der Zeitaufwand für das Post-Editing und die Übersetzung keine Rolle spielt.

Definitiv Übersetzen. Es macht mehr Spaß, den Text selber zu gestalten und in den beiden Fällen musste man viel recherchieren also spielt der Zeitaufwand keine große Rolle. Das Übersetzen war auf jeden Fall viel angenehmer. (ÜbersetzerIn Nr. 11)

Die ÜbersetzerInnen Nr. 10 und 15 haben seine/ihre Abneigung gegenüber dem Post-Editing geäußert und sie bevorzugen die Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung. Für sie sind Fachtexte nicht für die maschinelle Übersetzung geeignet: „Es kommt darauf an, was für eine Textsorte ich übersetzen muss - fürs Fachübersetzen ist die maschinelle Übersetzung nicht besonders nützlich.“ (ÜbersetzerIn Nr. 15) Die ÜbersetzerIn Nr. 10 gibt genau an, dass die maschinelle Übersetzung für die Texte über Windenergie nicht besonders hilfreich sind und sie/er bevorzugt, den Text manuell zu übersetzen: „Für den ausgewählten Text über

Windenergie hat sich für mich die HÜ als bessere und somit bevorzugte Tätigkeit erwiesen. Die Tätigkeit war mit weniger Aufwand verbunden.“ (ÜbersetzerIn Nr 10)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass alle an der Untersuchung beteiligten ÜbersetzerInnen zugegeben haben, dass das Post-Editing zwar die Arbeitszeit der ÜbersetzerInnen beschleunigt, aber sie definitiv vorziehen, ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung zu arbeiten. Der Grund dafür ist einerseits die schlechte Qualität des maschinell übersetzten Textes, die den gleichen kognitiven und zeitlichen Aufwand bei der Recherche nach korrekten Übersetzungen der Fachterminologie erfordert wie bei der selbständigen Übersetzung, und andererseits waren die ÜbersetzerInnen durch die maschinell erstellten Sätze voreingenommen und sie konnten diese nicht verbessern. Darüber hinaus können sie dank der Übersetzung ohne Einsatz eines maschinellen Übersetzers von Anfang an selbst entscheiden, wie ein Satz aussehen soll.

Zurück zur Qualität des maschinell übersetzten Textes. Nach der Analyse der Recherchezeit nach den Fachbegriffen und der Übersetzung oder Nachbearbeitung eines Textes kann man feststellen, dass die ÜbersetzerInnen mehr Wert auf die Qualität der Humanübersetzung gelegt haben. Die ständig wiederholten Aussagen wie "Ich kann von Anfang an entscheiden, wie die Übersetzung aussehen soll" oder "das sind meine Sätze von Anfang bis Ende", deuten darauf hin, dass die ÜbersetzerInnen beim Verzicht auf maschinelle Übersetzung mehr auf die Qualität der Übersetzung geachtet haben.

Nach der Analyse der obigen Aussagen der an der Untersuchung beteiligten ÜbersetzerInnen kann auch die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die Aussagen zur Nachbearbeitung der maschinellen Übersetzung mit denen der an der Untersuchung von Guerberof Arenas im Jahr 2013 und von Carl, Jia und Wand im Jahr 2017 beteiligten ÜbersetzerInnen übereinstimmen (s. Kapitel 2.6).

Die ÜbersetzerInnen der obigen Untersuchung, die an der Untersuchung von Guerberof Arenas beteiligten Übersetzer sowie Carl, Jia und Wand äußerten ihre Unzufriedenheit mit der Post-Edition aufgrund der ständigen Korrektur von Fehlern auf stilistischer, grammatikalischer und syntaktischer Ebene. Damit der Text sprachlich korrekt klingt, mussten die ÜbersetzerInnen den Ausgangstext neu lesen und das Segment neu übersetzen. Außerdem verursachte diese Tätigkeit viel Frustration bei allen ÜbersetzerInnen, so dass die ÜbersetzerInnen nicht mehr auf die Qualität des nachbearbeiteten Textes achteten. Alle Übersetzer waren kognitiv überlastet und konnten keine Fehler mehr erkennen, und deswegen konnten sie keinen neuen Satz erstellen. Die ÜbersetzerIn Nr. 11, wie auch die ÜbersetzerInnen von Carl, Jia und Wang Untersuchung, erklärte, dass das Post-Editing den gleichen kognitiven

Aufwand und die gleichen Übersetzungsfähigkeiten erfordert wie die Übersetzung ohne Einsatz eines maschinellen Übersetzers.

Was die Dauer des Post-Editings betrifft, so bestätigt die für diese Arbeit durchgeführte Untersuchung sowie die 2019 veröffentlichten Studien von Carl, Jia und Wang (s. Kapitel 2.7). Die ÜbersetzerInnen beider Studien haben festgestellt, dass das Post-Editing Zeit bei der Übersetzung eines Textes sparen kann. Darüber hinaus verwendeten beide Gruppen die neuronale maschinelle Übersetzung. Es wurde jedoch auch festgestellt, dass die Verwendung derselben zwar die Arbeit der ÜbersetzerInnen und den Übersetzungsprozess beschleunigt, jedoch menschliche Eingriffe in den Inhalt weiterhin erforderlich sind.

Gegenstand der vorliegenden Masterarbeit ist die Dauer des Post-Editings eines neuronal maschinell übersetzten Fachtextes und der Übersetzung des Fachtextes ohne Einsatz von maschineller Übersetzung. Beide Texte wurden maschinell und manuell aus dem Deutschen ins Polnische übersetzt. Anschließend wurde die Einstellung der ÜbersetzerInnen zur neuronalen maschinellen Übersetzung sowie zur Humanübersetzung untersucht. Im Rahmen der Masterarbeit wurden die folgenden Hypothesen überprüft:

- Die neuronale maschinelle Übersetzung, zusammen mit Post-Editing des Textes, erleichtert die Arbeit der ÜbersetzerInnen,
- das Post-Editing eines neuronal maschinell übersetzten Fachtextes ins Polnische nimmt mehr Zeit in Anspruch als die Übersetzung desselben Textes ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung.

Nach Analyse der Gesamtzeit und der durchschnittlichen Zeit des Post-Editings und der Übersetzung ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung der Fachtexte ins Polnische, der Recherche der korrekten Übersetzung von Wörtern und Fachterminologie sowie der Entscheidung, ob ein bestimmtes Segment für das Zielpublikum akzeptabel ist, kann man zum Schluss kommen, dass das Post-Editing eines neuronal maschinellen übersetzten Fachtextes ins Polnische nicht länger als die Übersetzung desselben ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung dauert. Erst nach der Analyse der Aussagen der an der Untersuchung beteiligten ÜbersetzerInnen kann bestimmt werden, warum die Nachbearbeitung eines Fachtextes in der polnischen Sprache, die Recherchezeit sowie die Entscheidungszeit beim Post-Editing eines Satzes oder von Wörtern weniger Zeit in Anspruch genommen hat als die manuelle Übersetzung. Die ÜbersetzerInnen haben eine Reihe von Faktoren erwähnt, die dazu beitragen, dass das Post-Editing des Fachtextes in der polnischen Sprache kürzer dauert. Zu diesen Faktoren gehören u.a.:

- wegen der Voreingenommenheit durch die maschinell erstellten Sätze haben die ÜbersetzerInnen keine Idee, wie der Satz zu korrigieren und/oder neu zu übersetzen ist,
- aufgrund der schlechten Qualität des maschinell übersetzten Textes, d. h. ständiger Korrektur der gleichen Fehler auf semantischer, syntaktischer, lexikalischer sowie kontextueller Ebene sind die Übersetzerinnen nicht mehr gewillt, die Qualität des Textes zu kontrollieren und zu verbessern,
- durch die ständige Kontrolle der Übereinstimmung zwischen Ausgangs- und Zieltext sowie die Korrektur der gleichen Fehler haben die ÜbersetzerInnen die maschinell erstellten Sätze akzeptiert, ohne auf die Fehler zu achten.

Am Rande sei auch erwähnt, dass trotz dieser Faktoren, die Einfluss darauf hatten, dass das Post-Editing tatsächlich kürzer dauerte als die Humanübersetzung, die Unterschiede in der Gesamtzeit und der durchschnittlichen Zeit von Post-Editing und Humanübersetzung gering sind (s. Tabellen 8, 9 und 10 sowie Grafiken 3, 4, 5). Demzufolge lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass die neuronale maschinelle Übersetzung sowie der Stand des deutsch-polnischen Sprachkorpus immer noch von Wissenschaftlern verbessert und ergänzt werden müssen.

Die ÜbersetzerInnen haben bestätigt, dass die neuronale maschinelle Übersetzung zusammen mit dem Post-Editing des Textes die Arbeit der ÜbersetzerInnen erleichtert. Der Grund für diese Feststellung der ÜbersetzerInnen ist, dass der Text bereits übersetzt ist, was keinen größeren kognitiven Aufwand erfordert, als bei der Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung. Dieser geringere kognitive Aufwand beim Post-Editing des Fachtextes lässt sich dadurch erklären, dass die ÜbersetzerInnen mehr qualitativen Wert auf die Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung gelegt haben als auf den post-editierten Text.

Die an der Untersuchung beteiligten ÜbersetzerInnen haben ihre positive Einstellung gegenüber neuronaler maschineller Übersetzung ausgedrückt, aber es sei darauf hingewiesen, dass diese positive Einstellung nur die Beschleunigung der Arbeitszeit der ÜbersetzerInnen und damit den geringeren Zeitaufwand betrifft. Die Übersetzerinnen haben deutlich darauf verwiesen, dass sie in Zukunft die neuronale maschinelle Übersetzung nicht mehr verwenden möchten und sie die Übersetzung ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung vorziehen. Die Gründe dafür sind die bereits oben genannten Faktoren, wie die häufig auftretenden Fehler auf lexikalischer, semantischer und syntaktischer Ebene, die die Korrektur erforderten, die ständige Kontrolle der Übereinstimmung zwischen Ausgangs- und Zieltext

oder fehlende Ideen für die Verbesserung der Sätze. Die ÜbersetzerInnen haben auch erwähnt, dass die maschinelle Übersetzung nicht für die Fachtexte geeignet ist, sondern nur für einfache Texte ohne Fachterminologie. Ein weiterer Grund, warum die ÜbersetzerInnen keine maschinelle Übersetzung verwenden wollen, ist die Tatsache, dass durch den zu häufigen Einsatz von maschineller Übersetzung ihre Übersetzungsfähigkeiten sinken könnten, so dass sie in Zukunft möglicherweise nicht mehr in der Lage sind, einen Satz allein zu übersetzen.

6. Zusammenfassung

Gegenstand der vorliegenden Masterarbeit war der Vergleich der Zeit, die die ÜbersetzerInnen brauchen, um einen neuronal maschinell erstellten Fachtext nachzubearbeiten und einen Fachtext ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung zu übertragen. Die beiden Texte wurden maschinell und manuell aus dem Deutschen ins Polnische übersetzt. Zusätzlich wurde die Einstellung der ÜbersetzerInnen zur neuronalen maschinellen Übersetzung und ihrem Post-Editing sowie zur Humanübersetzung untersucht.

An der Untersuchung haben 15 „fortgeschrittene“ Studenten teilgenommen. Ihre Aufgabe war es, einen neuronal maschinellen Fachtext zu posteditieren und einen anderen Fachtext ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung zu übertragen. Das Post-Editing und die manuelle Übersetzung wurden mithilfe eines Screen-Recording-Programms vorgenommen. Anschließend haben die ÜbersetzerInnen eine Online-Umfrage ausgefüllt.

Die Ergebnisse der Untersuchung haben gezeigt, dass die neuronale maschinelle Übersetzung die Arbeit der ÜbersetzerInnen beschleunigt. Das Post-Editing des aus dem Deutschen ins Polnische maschinell übersetzten Fachtextes nimmt weniger Zeit in Anspruch als die Übersetzung ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass die neuronale maschinelle Übersetzung die Arbeit der ÜbersetzerInnen erleichtert. Dabei sollte jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass zu kürzerer Zeit des Post-Editings des Fachtextes die folgenden Faktoren beigetragen haben: die ständige Kontrolle der Qualität des maschinell erstellten Textes und der Einfluss der maschinell erstellten Sätze auf die übersetzerischen Fähigkeiten der ÜbersetzerInnen. Dies hat dazu geführt, dass die ÜbersetzerInnen nicht mehr auf die Qualität des Textes geachtet haben und die maschinell erstellten Segmente im Text akzeptierten. Wegen dieser Faktoren hatten außerdem die ÜbersetzerInnen keine Lust mehr, weiter den Text zu verbessern.

Daraus folgt, dass die neuronale maschinelle Übersetzung kein perfektes Tool ist. Die maschinelle Übersetzung überträgt die Texte wortwörtlich, während der Mensch beispielsweise die Fähigkeit hat, die Polysemie von Wörtern zu erkennen. Daher klingen die maschinell erstellten Texte künstlich und die Syntax der Zielsprache in solchen Texten ist nicht passend, auch nicht nach gründlicher Nachbearbeitung, die im Falle der selbständigen Übersetzung zu vermeiden ist. Aufgrund ihrer schlechten Qualität bedarf die neuronale maschinelle Übersetzung immer noch menschlicher Eingriffe im Sinne von Datenaufbereitung und Training von MÜ-Engine, um Texte von hoher Qualität zu erstellen. Die Engine einer neuronalen maschinellen Übersetzung muss deswegen ständig mit neuen und korrekten

Übersetzungsäquivalenten der Terminologie sowie der Grammatik und den sprachlichen Normen der Zielsprache aktualisiert werden. Darüber hinaus sollte die Engine der neuronalen maschinellen Übersetzung auf stilistischer Ebene der (Ziel)Sprache und des (Fach)Textes verbessert werden. Alle oben beschriebenen Aspekte widersprechen der Definition der maschinellen Übersetzung, dass die maschinelle Übersetzung ein vollautomatisierter Prozess ist.

Die Ergebnisse der Untersuchung für die Masterarbeit haben zusätzlich gezeigt, dass die ÜbersetzerInnen zwar eine positive Einstellung zur maschinellen Übersetzung geäußert haben, aber nur hinsichtlich der Beschleunigung des Übersetzungsprozesses. Aufgrund der schlechten Qualität des maschinell übersetzten Textes ziehen Übersetzer es immer noch vor, Texte ohne Einsatz einer maschinellen Übersetzung zu übersetzen.

Ein Vergleich der Ergebnisse der im theoretischen Teil beschriebenen Untersuchungen mit den Ergebnissen der folgenden Masterarbeit weist nach, dass trotz der ständigen Verbesserung der Qualität der maschinellen Übersetzung, diese immer noch auf dieselben Probleme stößt wie zuvor. Dazu zeigen die ÜbersetzerInnen ihre positive Einstellung nur hinsichtlich der Beschleunigung der Arbeitszeit. Dennoch wollen sie die Texte ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung übertragen. Die Ergebnisse der folgenden Masterarbeit können im Bereich der maschinellen Übersetzung und des Post-Editings einen Beitrag zur weiteren Entwicklung der neuronalen maschinellen Übersetzung sowie des deutsch-polnischen Sprachkorpus im Internet leisten.

BIBLIOGRAPHIE

- Allen, Jeffrey (2003). Post-Editing. In: Somers, H. L. (Hg.) *Computers and translation: a translator's guide*. Amsterdam, Philadelphia: J. Benjamins, 297-317.
- ALPAC (1966). *Language and Machines. Computers in Translation and Linguistics*. Washington, D.C.: Printing and Publishing Office.
- Aunkofer, Benjamin (2018). Machine Learning vs. Deep Learning – Wo liegt der Unterschied?. <https://data-science-blog.com/blog/2018/05/14/machine-learning-vs-deep-learning-wo-liegt-der-unterschied/> (Stand: 22.04.2019).
- Baniata, Laith H., Park, Seyoung & Park Seong-Bae (2012). A Multitask-Based Neural Machine Translation Model with Part-of-Speech Tags Integration for Arabic Dialects. *Applied Sciences* 8(12), 1-18.
- Baez, M. Cristina Toledo & Carl, Michael (2019). Machine translation errors and the translation process: a study across different languages. *The Journal of Specialised Translation* 31, 107-132.
- Bartnicka, Barbara; Hansen, Björn, Klemm, Wojtek, Lehmann; Satkiewicz, Halina (2004). Grammatik des Polnischen. https://www.gemeindenblick.ch/wirtualna_2014/polnisch_PDF2011/102_grammatik_polnisch_sager.pdf (Stand: 15.07.2019).
- Burchardt, Aljoscha & Porsiel, Jörg (2017). Vorwort: Was kann maschinelle Übersetzung und was nicht?. In: Porsiel, Jörg (Hrsg.) *Maschinelle Übersetzung. Grundlagen für den professionellen Einsatz*. Berlin: BDÜ Fachverlag, 11-19.
- Bundgaard, Kristine (2017). Translator Attitudes towards Translator-Computer Interaction – Findings from a Workplace Study. *Hermes* 56, 125-144.
- Cadawell, Patrick; Castilho, Sheila; O'Brien, Sharon & Mitchell, Linda. (2016). Human factors in machine translation and post-editing among institutional translators. *Translation Spaces* 5, 222-243.
- Carl, Michael; Jia Yanfang & Wang, Xiangling (2019). How does the post-editing of neural machine translation compare from-scratch translation? A product and process study. *The Journal Specialised Translation* 31, 60-86.
- Castilho, Sheila; Moorkens, Joss; Gaspari Federico; Calixto, Iacer; Tinsley, John & Way Andy (2017). Is Neural Machine Translation the New State of the Art?. *The Prague Bulletin of Mathematical Linguistics* 108, 109-120.
- Choudhury, Rahzeb & Brian McConnel. (2013). *Translation Technology Landscape Report*.

TAUS.

- Čulo, Oliver (2016). Contrasting post-editing and human translation along the dimension of term and cognate variation. http://www.sdjt.si/wp/wp-content/uploads/2016/09/JTDH-2016_Culo_Contrasting-post-editing-and-human-translation.pdf (Stand: 22.04.2019).
- DeepL (2019). Pressemitteilung – DeepL Übersetzer. <https://www.deepl.com/press.html> (Stand: 22.04.2019).
- Delavenay, Emile (1960). *An introduction to machine translation*. New York, NY: Praeger.
- Doherty, Stephen & Gaspari, Federico (2013). Effective Post-Editing in Human and Machine Translation Workflows: Critical Knowledge & Techniques. <http://www.qt21.eu/downloads/QTLaunchPad-Post-Editing-Webinar.pdf> (Stand: 22.04.2019).
- Donovan, Molly (2018). Maschinelle Übersetzung: Wichtige Begriffe kurz erklärt. <https://firmenblog.lionbridge.com/maschinelle-uebersetzung-wichtige-begriffe/> (Stand: 21.09.2019).
- Dziubek, Mateusz (2018). Let me introduce you to neural networks. <https://towardsdatascience.com/let-me-introduce-you-to-neural-networks-fedf4253106a> (Stand: 22.04.2019).
- Forcada, Mikel L. (2017). Making sense of neural machine translation. *Translation Spaces* 6(2), 291-303.
- García, Ignacio (2012). A brief history of postediting and research on postediting. *Anglo Saxonica*, 291-312.
- Grizzo, Sara (2018). Prüfen und Verfeinern. *Technische Kommunikation* 3. http://sprachschneiderei.de/wp-content/uploads/2018/08/technische-kommunikation_Post-Editing_Prüfen-und-Verfeinern.pdf (Stand: 22.04.2019).
- Guerberof Arenas, Ana (2013). What do professional translators think about post-editing?. *The Journal of Specialised Translation* 3, 75-95.
- Hardenfelt, Michael (2014). Język polski. <http://www.polenguide.pl/PolenPL/Polsk%20sprog/index.htm> (Stand: 22.04.2019).
- Hassan, Hany; Aue, Anthony; Chen, Chang; Chowdhary, Vishal; Clark, Jonathan; Federmann, Christian; Huang, Xuedong; Dörmunt-Junczys, Marcin; Lewis, William; Li, Mu; Liu, Shujie; Liu, Tie-Yan; Luo, Renqian; Menezes, Arul; Qin, Tao; Seide, Frank; Tan, Xu; Tian, Fei; Wu, Lijun; Wu, Shuangzhi; Xia, Yingce; Zhang, Dongdong; Zhang, Zhirui & Zhou, Ming (2018). Achieving Human Parity on Autonomic Chinese to English News Translation. <https://arxiv.org/pdf/1803.05567.pdf> (Stand: 22.08.2019).

- Hutchins, John (1995). Machine Translation: A brief history.
<http://hutchinsweb.me.uk/ConcHistoryLangSci-1995.pdf> (Stand: 22.04.2019).
- Hutchins, John (1998). Warren Weaver's memorandum 1949. *Language Today* 6, 22-23.
- Hutchins, John & Somers, Harold L. (1992). General introduction and brief history.
<http://www.hutchinsweb.me.uk/IntroMT-TOC.htm> (Stand: 22.04.2019).
- Koponen, Maarit (2016). Is machine translation post-editing worth the effort? A survey of research into post-editing and effort. *Journal Of Specialised Translation* 25, 131-148.
- Krings, Hans P. (2001). *Repairing texts: empirical investigations of machine translation; post-editing processes*. Kent State Univ. Press.
- Lin, Ying-Chi (2017). NLP-Machine Translation. Learning Phrase Representations Using RNN. Encoder-Decoder for Statistical Machine Translation. https://lbs.uni-leipzig.de/file/Guo_Ausarbeitung.pdf (Stand: 22.04.2019).
- Lizel, Nico & Luber, Stefan. Was ist Deep Learning. <https://www.bigdata-insider.de/was-ist-deep-learning-a-603129/> (Stand: 12.05.2019).
- Jelen, Monika (2011). Sprachbeschreibung Polnisch. https://www.uni-due.de/imperia/md/content/prodaz/sprachbeschreibung_polnisch.pdf (Stand: 22.04.2019).
- Ma'amari, Mohammed (2018). NLP. Sequence to Sequence Networks. Part 2. Seq2seqModel (EncoderDecoder Model). <https://towardsdatascience.com/nlp-sequence-to-sequence-networks-part-2-seq2seq-model-encoderdecoder-model-6c22e29fd7e1> (Stand: 22.08.2019).
- Marasek, Krzysztof & Wołk, Krzysztof (2014). Polish-English Speech Statistical Machine Translation Systems for the IWSLT 2014. <https://arxiv.org/pdf/1509.08874.pdf> (Stand: 22.04.2019).
- Marheinecke, Kathrine (2016). Was kann eigentlich maschinelle Übersetzung?
<https://www.textform.com/was-kann-eigentlich-maschinelle-uebersetzung/> (Stand: 22.04.2019).
- Matthiesen, Aaron (2017). *Maschinelle Übersetzung im Wandel: Die Auswirkungen von künstlicher Intelligenz auf maschinelle Übersetzungssysteme. Mit einer vergleichenden Untersuchung von Google Translate und Microsoft Translator*. o. O: epubli.
- Miłkowski, Michał (2015). White Papers Series. The Polish Language in Digital Ages.
www.meta-net.eu/whitepapers/e-book/polish.pdf (Stand: 22.04.2019).
- Moorkens, Joss (2018). What to expect from Neural Machine Translation: a practical in-class translation evaluation exercise. *The Interpreter and translator trainer* (2018), 1-25.

- Mossakowski, Jan (2011). Sprachensteckbrief Polnisch. http://www.schule-mehrsprachig.at/fileadmin/schule_mehrsprachig/redaktion/sprachensteckbriefe/pdf/ssb_polnisch_11.pdf (Stand: 22.04.2019).
- O'Brien, Sharon (2005). Teaching Post-Editing: A Proposal for Course Content. <https://www.semanticscholar.org/paper/Teaching-Post-editing%3A-A-Proposal-for-Course-Salis/9eb40d609e2a13cb0350b400ac4e92d2cba6a9cf> (Stand: 22.04.2019).
- O'Brien, Sharon (2011). Towards predicting post-editing productivity. *Machine Translation* 25, 197-215.
- Pisarek, Walery (2007). The Polish Language. http://www.rjp.pan.pl/images/stories/pliki/broszury/jp_angielski.pdf (Stand: 22.04.2019).
- Rao, Durgesh D. (1998). Machine Translation. A Gentle Introduction. <https://www.ias.ac.in/describe/article/reso/003/07/0061-0070> (Stand: 22.04.2019).
- Reifler, Erwin (1952). The First Conference on Mechanical Translation. <http://www.mt-archive.info/50/MT-1954-Reifler.pdf> (Stand: 22.04.2019).
- Rinner, Iris (2016). Cloudbasierte versus deskopbasierte Translation Memory Systeme: SDL Trados 2015 und MemSource im Vergleich. http://www.termcoord.eu/wp-content/uploads/2013/08/Iris_Rinner_MA.pdf (Stand: 22.04.2019).
- Ritschl, Nina (2015). Maschinelle Übersetzung; gute Alternative zur Humanübersetzung?. In: <http://www.pqrm.at/2015/07/13/maschinelle-uebersetzung-gute-alternative-zur-humanuebersetzung/> (Stand: 22.04.2019).
- Salah, Ali (2018). When & How To Use Pre-&Post-Editing. <https://www.lexicon-trans.com/when-how-to-use-pre-post-editing/> (Stand: 22.04.2019).
- Schwanke, Martina (1991). *Maschinelle Übersetzung. Ein Überblick über Theorie und Praxis*. Berlin: Springer.
- Screen, Benjamin (2019). What effect does post-editing have on the translation product from an end-user's perspective?. *The Journal of Specialised Translation* 31, 133-157.
- Sin-Wai, Chan (2015). *The Routledge encyclopedia of translation technology*. London: Routledge.
- Szczęsny, Jakub (2017). Po raz pierwszy zaimponował mi internetowy tłumacz. Stoi za nim potężny mechanizm. *Antyweb*, 29.08.2017. <https://antyweb.pl/deepl-tlumacz-online/> (Stand: 22.04.2019).
- Świnoga, Marcin (2006). Narzędzia wspomagające tłumaczenie tekstów informatycznych.

- <https://docplayer.pl/1264480-Narzedzia-wspomagajace-tlumaczenie-tekstow-informatycznych.html> (Stand: 22.04.2019).
- Vashee, Kirti (2017). Neural Machine Translation; A Practitioner's Viewpoint. In: Porsiel, Jörg (Hrsg.) *Maschinelle Übersetzung. Grundlagen für den professionellen Einsatz*. Berlin: BDÜ Fachverlag, 44-59.
- Vieira, L. (2014). Indices of cognitive effort in machine translation post-editing. *Machine Translation* 28(3), 187-216.
- Wagner, Helene (2015). Sprachtechnologien und Computerlinguistik. Textverbesserungsmaßnahmen in Office Word. <https://www.grin.com/document/341572> (Stand: 22.04.2019).
- Werthmann, Antonina & Witt, Andreas (2014). Maschinelle Übersetzung – Gegenwart und Perspektiven. https://ids-pub.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/4487/file/Werthmann_Witt_Maschinelle_Uebersetzung_Gegenwart_und_Perspektiven_2014.pdf (Stand: 22.04.2019).
- Wittkowsky, Marion (2017). Betrachtung der Sprachregulierung im Kontext regelbasierter maschineller Übersetzung. http://www.trans-kom.eu/bd10nr03/trans-kom_10_03_04_Wittkowsky_MUe.20171221.pdf (Stand: 22.04.2019).
- Wu, Yonghui; Schuster, Mike; Chen, Zhifeng; Le, Quoc V.; Norouzi, Mohammad; Macherey, Wolfgang; Krikun, Mxim; Cao, Yuan; Gao, Qin; Macherey, Klaus; Klingner, Jeff; Shah, Apurva; Johnson, Melvin; Liu, Xiaobing; Kaiser, Łukasz; Gouws, Stephan; Kato, Yoshikiyo; Kudo, Taku; Kazawa Hideto; Stevens, Keith; Kurian, George; Nishant Patil; Wang, Wei; Young, Cliff; Smith, Jason; Riesa, Jason; Rudnick, Alex; Vinyals, Oriol; Corrado, Greg; Hughes Macduff & Dean, Jeffrey (2016). Google's Neural Maschine Translation: Bridging the Gap between Human and Maschine Translation. <https://arxiv.org/pdf/1609.08144.pdf> (Stand: 22.08.2019).
- Yngve, Victor H. (1954). The Machine and The Man. *Mechanical Translation* 1(2), 20-22.

ANHÄNGE

TEXT ZUM POST-EDITING

Auftrag: Als ÜbersetzerIn nehmen Sie an einem Übersetzungsprojekt teil, bei dem Sie beauftragt werden, den folgenden Abschnitt des Berichts „Energiepotenzial aus Biomasse und Versorgungsbeitrag für das Jahr 2020“ von Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (S. 13-16) für das polnische Publikum postzueditieren. Da der Text auf der Website des polnischen Umweltministeriums veröffentlicht wird, sollte der folgende Text vollständig posteditiert werden. (Quelle: https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Daten/pdf/Biomassepotenzialstudie.pdf?__blob=publicationFile&v=1, Stand: 05.05.19)

Ausgangstext (Bitte nicht übersetzen!)

Knickholz

Nur rund 10% der Landesfläche Schleswig-Holsteins sind bewaldet, dem umfangreichen Knicknetz kommt deshalb aus ökologischer Sicht, aber auch als Lieferant von Energieholz eine besondere Bedeutung zu. Rund 68.000 km Knicks prägen die Landschaft zwischen Nord- und Ostsee. Ursprüngliche Aufgaben des Knicks war „Vieh und Feld zum Schutz dienen und das Brennholz für den eigenen Bedarf liefern“. Heute stehen dagegen Natur- und Klimaschutzgesichtspunkte im Vordergrund. Knicks in Schleswig-Holstein sind daher gesetzlich geschützt. Darum wird angenommen, dass sich gegenüber der gegenwärtigen Situation keine wesentlichen Veränderungen bis 2020 ergeben werden.

In diesem Szenario werden Knicks dem Anbau von Energiepflanzen zugeordnet. Eine landesweite qualitative Erfassung der Knicks liegt derzeit nicht vor. Bei der ermittelten Gesamtlänge der Knicks ist zu bedenken, dass schätzungsweise etwa ein Drittel nur einen lückenhaften oder überhaupt keinen Gehölzbewuchs aufweist bzw. dieser aus niedrig bleibenden Sträuchern (z.B. Teebuschknicks der Vorgeest) besteht, so dass der nutzbare Teil der o. g. Knicklängen entsprechend geringer ist. Der Anteil gehölzfreier bzw. lückiger Knicks nimmt generell von Ost nach West zu. Theoretisch könnten pro Jahr aufgrund des Knickturnus (gemittelt alle 12 Jahre) somit etwa 3.800 km Knicks geerntet werden. Bei einem geschätzten Ertrag von 100 m³ bis 200 m³ Hackschnitzel auf 1 km Knicklänge könnten somit jährlich landesweit etwa zwischen 380.000 bis 760.000 m³ Knickholz geerntet werden. Der Heizwert

von Hackschnitzeln liegt bei durchschnittlich 10 MJ/kg. Daraus ergibt sich ein energetisches Knickholzpotezial von 1,3 bis 2,7 PJ/a, gemittelt von knapp 2 PJ/a

Stroh

Die theoretischen landesweiten Strohpotenziale ergeben sich aus dem Kornertrag multipliziert mit dem durchschnittlichen Korn-Strohverhältnis. Eine Erhebung über die energetische oder stoffliche Nutzung liegt derzeit für Schleswig-Holstein nicht vor. Ein Teil des hier geernteten Strohs wird nach Dänemark zu Heizzwecken exportiert.

Stroh ist ein wichtiger Faktor als organischer Dünger für die Humusproduktion, eine vollständige Nutzung zur Erzeugung sollte daher aus Gründen der Bodenfruchtbarkeit nicht erfolgen. Berücksichtigt man zudem den zunehmenden Silomaisanbau sowie das atlantische Klima mit erhöhtem Humusabbau sollten nicht mehr als 25 % des Strohs als nachwachsender Rohstoff Verwendung finden. In den klassischen Getreideanbaugebieten Schleswig-Holsteins, wo die Humusbilanz deutlich positiv ist, können größere Mengen Stroh nachhaltig entnommen werden, das Strohpotenzial ist hier entsprechend hoch (s. die Ergebnisse des Verbundvorhabens „Basisinformationen für eine nachhaltige Nutzung landwirtschaftlicher Reststoffe zur Bioenergiebereitstellung“, DBFZ 2011).

Unter der Annahme, dass ein Viertel des Strohertrags einer energetischen Verwendung zugeführt wird, ergibt sich ein Primärenergiepotenzial von 13,6 PJ (18,1 PJ bei 33 % Nutzung). Somit kann die energetische Verwertung von Stroh ein nicht unerhebliches Potenzial darstellen.

Gülle

Die potenziellen Energieerträge aus der Vergärung von Gülle ergeben sich aus:

- prognostizierte Anzahl Tiere je Tierart für das Jahr 2020 und damit potenzieller Gülleanfall
- Anteil Gülle für Biogasnutzung
- Methanertrag bei Güllevergärung der verschiedenen Güllen je Tierart

Für 2020 wird mit einer weiteren Steigerung der Tierzahlen in Schleswig-Holstein gerechnet. Für die Haupttierart Rind wird insbesondere durch den Wegfall der Milchquote mit einer

deutlichen Aufstockung der Tierzahlen gerechnet. Auch bei Schwein und Geflügel ergibt sich aus dem Trend der letzten Jahre eine Steigerung der Tierzahlen um jeweils ca. 10 Prozent.

Maschinell erstellter Text zum Post-Editing:

Załamanie

Tylko około 10% obszaru Schleswig-Holstein jest zalesione, dlatego też rozległa sieć Knicknetz ma szczególne znaczenie z ekologicznego punktu widzenia, ale także jako dostawca drewna energetycznego. Około 68.000 km Knicksów tworzy krajobraz pomiędzy Morzem Północnym i Bałtyckim. Pierwotne zadania Knicksów to "ochrona zwierząt gospodarskich i pól oraz zaopatrzenie w drewno opałowe na własne potrzeby". Dziś nacisk kładzie się na ochronę przyrody i ochronę klimatu. Knicks w Szlezwiku-Holsztynie są zatem chronione prawem. Zakłada się zatem, że do 2020 r. nie nastąpią istotne zmiany obecnej sytuacji.

W tym scenariuszu Knicks są przypisani do uprawy roślin energetycznych. Obecnie nie ma ogólnopolskiej oceny jakościowej Knicksów. W odniesieniu do całkowitej wyznaczonej długości Knicksów należy pamiętać, że szacuje się, iż około jedna trzecia Knicksów ma tylko jedną niejedolitą roślinność lub nie ma jej wcale, albo że składają się na nią krzewy, które nie pozostają sztywne (np. knyki krzewu herbacianego z Vorgeest), tak że użyteczna część wyżej wymienionych długości pazurków jest odpowiednio mniejsza. Odsetek załamania bezdrzewnych lub szczelinowych zazwyczaj wzrasta od wschodu do zachodu. Teoretycznie nalewka wyboczeniowa (uśredniana co 12 lat) mogłaby zebrać około 3 800 km wyboczenia rocznie. Przy szacunkowej wydajności od 100 m³ do 200 m³ wiórów drzewnych o długości wyboczeniowej powyżej 1 km, każdego roku na terenie całego kraju można było zebrać około 380.000-760.000 m³ drewna wyboczeniowego. Średnia wartość opałowa zrębków drzewnych wynosi 10 MJ/kg. W rezultacie potencjał energetyczny wynosi od 1,3 do 2,7 PJ/a, uśredniony z poziomu nieco poniżej 2 PJ/a.

Słoma

Teoretyczne ogólnopolskie potencjały słomy wynikają z plonu ziarna pomnożonego przez średni stosunek ziarna do słomy. Obecnie nie są dostępne żadne badania dotyczące zużycia energii lub materiału przez słomę w Szlezwiku-Holsztynie. Część zebranej tu słomy jest eksportowana do Danii w celach grzewczych.

Słoma jest ważnym czynnikiem jako organiczny nawóz do rozmnażania próchnicy, dlatego pełne wykorzystanie jej do produkcji nie powinno mieć miejsca ze względu na żyzność gleby. Biorąc pod uwagę rosnącą uprawę kukurydzy na kiszonkę oraz klimat atlantycki o zwiększonej degradacji próchnicy, nie więcej niż 25% słomy powinno być wykorzystywane jako surowiec odnawialny. W klasycznych obszarach uprawy zbóż w Szlezwiku-Holsztynie, gdzie bilans próchnicy jest wyraźnie dodatni, większe ilości słomy można usunąć w sposób zrównoważony, a potencjał słomy jest odpowiednio wysoki (patrz wyniki wspólnego projektu "Podstawowe informacje na temat zrównoważonego wykorzystania pozostałości rolnych do produkcji bioenergii", DBFZ 2011).

Zakładając, że jedna czwarta uzysku słomy jest wykorzystywana do wytwarzania energii, potencjał energii pierwotnej wynosi 13,6 PJ (18,1 PJ przy 33% wykorzystaniu). W ten sposób energetyczne wykorzystanie słomy może stanowić niemały potencjał.

Gnojowica płynna

Wynikają z tego potencjalne zyski energii z fermentacji gnojowicy:

- przewidywana liczba zwierząt na gatunek zwierząt na rok 2020, a tym samym potencjalna produkcja obornika
- Procentowy udział gnojowicy przeznaczonej do produkcji biogazu
- Wydajność metanu podczas fermentacji gnojowicy różnych zawiesin w podziale na gatunki zwierząt

W 2020 r. spodziewany jest dalszy wzrost liczby zwierząt w Szlezwiku-Holsztynie. W przypadku głównych gatunków zwierząt, bydła, spodziewany jest znaczny wzrost liczby zwierząt, w szczególności w związku ze zniesieniem kwoty mlecznej. Trend ostatnich lat spowodował również wzrost liczby trzody chlewnej i drobiu o ok. 10 procent.

TEXT ZUR MANUELLEN ÜBERSETZUNG

Auftrag: Als ÜbersetzerIn nehmen Sie an einem Übersetzungsprojekt teil, bei dem Sie beauftragt werden, den folgenden Abschnitt über Erneuerbare Energie „Gesamtüberblick der Technischen Versicherer im GDV über den technologischen Entwicklungsstand und das technische Gefährdungspotenzial“ (S. 21-22) von Deutschen Versicherern zu übersetzen.
Quelle:

<https://www.gdv.de/resource/blob/31606/3d33770da14d485f96d6f087e479d2a8/download-dt--broschuere-erneuerbare-energien-data.pdf> (Stand: 05.05.19).

Bitte übersetzen!

Getriebelose Windenergieanlagen

Der Auftrieb aus den Rotorblättern wird ohne Zwischenschaltung eines Getriebes direkt in den Generator gelenkt. Das bedeutet, dass Rotor- und Generatorzahl (6 bis 30 min^{-1}) gleich sind. Um dennoch auf die erforderliche Spannung von 690 Volt und die Netzfrequenz von 50 Hertz zu kommen, muss der Generator entsprechend groß im Durchmesser dimensioniert sein. Die Schwierigkeit liegt darin, überhaupt einen passenden Generator zu finden. Hersteller dieser Bauart verwenden deshalb eigens dafür konstruierte Generatoren – die 7,6-Megawatt-Maschine von Enercon hat beispielsweise einen Generator von circa zwölf Metern Durchmesser.

Bauelemente

1. Fundament

Das Fundament trägt das gesamte Gewicht der Windenergieanlage und muss zusätzlich dynamische Momente aus betriebsbedingten Turmschwingungen und Windlasten aufnehmen können.

Üblicherweise erfolgt eine Flachgründung aus stahlarmiertem Beton. Es gibt kreis-, polygon- und kreuzförmige Ausführungen. In Gegenden, in denen der Untergrund den Anforderungen nicht genügt (Moor, Sand), wird eine Pfahlgründung vorgeschrieben. Häufig gehört die Bauleistung des Fundaments nicht zum Lieferumfang des Windenergieanlagenherstellers, sondern wird an ein örtliches Bauunternehmen vergeben. Da der Baustoff Beton nur Drucklasten, aber keine Zugkräfte aufnehmen kann, entscheidet die Ausführung der Bewehrung darüber, ob der Sockel die errechnete Anlagenlebensdauer erreicht

oder bereits nach wenigen Jahren zu einem Sanierungsfall wird. Sofern vorhanden gibt der Bewehrungsplan des Herstellers Aufschluss über Menge und Anordnung der Stahlarmerung.

Zur Turmanbindung an das Fundament gibt es zwei Varianten: die Einbindung mittels eines vorgespannten Ankerkorbs und das Aufflanschen des Stahlturms auf ein in den Beton eingegossenes Stahl-Fundamenteinbauteil (FET).

2. Turm

Üblicherweise werden die Gondeln von Windenergieanlagen auf Stahltürme gesetzt, die entweder aus mehreren zylindrischen Segmenten bestehen oder als Fachwerkkonstruktion ausgeführt sind (Gittermasten). Verschiedene Hersteller bauen jedoch auch Betontürme, die vor Ort hochgezogen (Gleitschalung) werden können.

Um auch in Schwachwindregionen Windenergie wirtschaftlich nutzen zu können, streben die Anlagenhersteller immer größere Turmhöhen an. Vor Kurzem waren Höhenrekorde mit 140 bis 160 Metern noch allein den Gittermasten vorbehalten. Seit circa 2006 ist mit den Hybridtürmen ein neues Konzept auf den Markt gekommen. Der Hybridturm besteht im unteren Bereich aus Ortbeton oder Betonfertigteilen und im oberen aus konventionellen Stahlelementen. Das bietet mehrere Vorteile:

- Bei Multimegawattanlagen mit großen Nabenhöhen sind Hybridlösungen preislich günstiger als Stahlrohr-, Beton- oder Fachwerktürme.
- Logistisch gesehen hat diese Turmvariante zusätzliche Vorteile, da Höhenbegrenzungen auf Transportwegen keine Rolle spielen. Bei Turmhöhen ab 100 Metern nimmt bei Stahlrohrtürmen der Durchmesser der untersten Rohrsektion deutlich über vier Meter zu und überschreitet so die zulässige Gesamthöhe auf einem Tieflader.

Seit Juni 2016 stellt Nordex mit 230 Metern Gesamthöhe die weltweit höchste Windenergieanlage. Der Hybridturm der N131/3300 besteht aus einem 100 Meter hohen Betonturm und zwei Stahlrohrsegmenten – die Gesamtturmhöhe beträgt damit 164 Meter.

Im Allgemeinen gilt, dass der Sicherheitsnachweis für das Fundament und den Turm der Onshore-Windkraftanlagen nach der „Richtlinie für Windkraftanlagen“ vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) zu führen ist. Dabei sind neben den maßgebenden Einwirkungen, wie etwa Windlast, Erdbeben und Lastkombinationen, insbesondere die verschiedenen Betriebszustände und Werkstoffe sowie die Abmessungen der Anlagenteile entsprechend zu berücksichtigen.

LEITFADEN DER ONLINE-UMFRAGE ZUR ÜBERSETZUNGSDAUER UND EINSTELLUNG DER ÜBERSETZERINNEN

Nach dem Post-Editing des neuronal übersetzten Textes und der manuellen Übersetzung, erfüllen Sie bitte die folgende Umfrage aus.

1. ÜbersetzerIn Nr.

2. Wo studieren Sie?
 Zentrum für Translationswissenschaft (Universität Wien)
 Sonstiges (bitte angeben)

3. Tragen Sie Ihre gesamte Zeit für das Post-Editing des maschinell übersetzten Textes ein (hh:mm:ss):

4. Tragen Sie ihre gesamte Zeit, die Sie für das Übersetzen des Textes ein (hh:mm:ss):

5. Welche Typen von Fehlern haben Sie beim Post-Editing des maschinell übersetzten Textes bemerkt und korrigiert?
 lexikalische Fehler (z. B. falsche Wortübersetzung, nichtübersetzte Wörter bzw. Fachbegriffe):
 syntaktische Fehler (z. B. falsche Wortstellung, Kongruenzfehler, Nominalphrase falsch konstruiert):
 semantische Fehler (z. B. Satzbedeutung gegensätzlich, falsch übersetzt, völlig unklar):

6. Welche Probleme hatten Sie beim Übersetzen des Textes?
 lexikalische Probleme (z. B. eine richtige Übersetzung von Fachbegriffen zu finden):
 syntaktische Probleme (z. B. Satzlänge, Komplexität der Teilsätze):
 semantische Probleme (z. B. eine richtige Bedeutung von Ausdrücken in Bezug auf Kontext des Textes zu finden):

7. Waren die Entscheidungen beim Post-Editing des maschinell erstellten Satzes oder/und Begriffes besonders schwierig zu treffen? Wenn ja/nein, erklären Sie bitte warum.

8. Nach dem Post-Editing des maschinell erstellten Textes, was ist Ihre Meinung über die maschinelle Übersetzung?

9. Nach dem Post-Editing des Textes, überlegen Sie eine zukünftige Verwendung der maschinellen Übersetzung? Wenn ja/nein, erklären Sie bitte warum.

10. In Bezug auf den Zeitaufwand von Post-Editing und Übersetzung ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung, welche dieser Tätigkeiten bevorzugen Sie und warum?

POST-EDITIERTE TEXTE

ÜbersetzerIn Nr. 1

Drewno połamane

Tylko około 10 % powierzchni Schleswig-Holstein jest zalesione, dlatego z ekologicznego, ale także, jako dostawca drewna energetycznego punktu widzenia szczególne znaczenie ma połamane drewno. Około 68.000 km połamanego drewna tworzy krajobraz pomiędzy Morzem Północnym i Bałtyckim. Pierwotne zadania połamanego drewna to "ochrona zwierząt gospodarskich i pól oraz zaopatrzenie w drewno opałowe na własne potrzeby". Dziś kładzie się nacisk na ochronę przyrody i klimatu. Połamane drewno w Szlezwiku-Holsztynie są zatem chronione prawem. Zakłada się, że do 2020 r. nie nastąpią istotne zmiany obecnej sytuacji.

W tym scenariuszu połamane drewno jest przypisane do uprawy roślin energetycznych. Obecnie nie ma ogólnopolskiej oceny jakościowej łamanego drewna. W odniesieniu do całkowitej wyznaczonej długości połamanego drewna należy pamiętać, że szacuje się, iż około jedna trzecia połamanego drewna, a są nią krzewy, które nie pozostają sztywne (np. knyki krzewu herbacianego), tak że użyteczna część wyżej wymienionych składów drewna łamanego jest odpowiednio mniejsza. Odsetek załamania bezdrzewnych lub szczelinowych zazwyczaj wzrasta od wschodu do zachodu. Teoretycznie nalewka wyboczeniowa (uśredniana co 12 lat) mogłaby zebrać około 3 800 km wyboczenia rocznie. Przy szacunkowej wydajności od 100 m³ do 200 m³ wiórów drzewnych o długości wyboczeniowej powyżej 1 km, każdego roku na terenie całego kraju można było zebrać około 380.000-760.000 m³ drewna wyboczeniowego. Średnia wartość opałowa zrębków drzewnych wynosi 10 MJ/kg. W rezultacie potencjał energetyczny wynosi od 1,3 do 2,7 PJ/a, uśredniony z poziomu nieco poniżej 2 PJ/a.

Słoma

Teoretyczne ogólnopolskie potencjały słomy wynikają z plonu ziarna pomnożonego przez średni stosunek ziarna do słomy. Obecnie nie są dostępne żadne badania dotyczące zużycia energii lub materiału przez słomę w Szlezwiku-Holsztynie. Część zebranej tu słomy jest eksportowana do Danii w celach grzewczych.

Słoma jest ważnym czynnikiem jako organiczny nawóz do rozmnażania próchnicy, dlatego pełne wykorzystanie jej do produkcji nie powinno mieć miejsca ze względu na żyzność gleby. Biorąc pod uwagę rosnącą uprawę kukurydzy na kiszonkę oraz klimat atlantycki o zwiększonej

degradacji próchnicy, nie więcej niż 25% słomy powinno być wykorzystywane jako surowiec odnawialny. W klasycznych obszarach uprawy zbóż w Szlezwiku-Holsztynie, gdzie bilans próchnicy jest wyraźnie dodatni, większe ilości słomy można usunąć w sposób zrównoważony, a potencjał słomy jest odpowiednio wysoki (patrz wyniki wspólnego projektu "Podstawowe informacje na temat zrównoważonego wykorzystania pozostałości rolnych do produkcji bioenergii", DBFZ 2011).

Zakładając, że jedna czwarta uzysku słomy jest wykorzystywana do wytwarzania energii, potencjał energii pierwotnej wynosi 13,6 PJ (18,1 PJ przy 33% wykorzystaniu). W ten sposób energetyczne wykorzystanie słomy może stanowić niemały potencjał.

Gnojowica płynna

Wynikają z tego potencjalne zyski energii z fermentacji gnojowicy:

- przewidywana liczba zwierząt na gatunek na rok 2020, a tym samym potencjalna produkcja obornika
- Procentowy udział gnojowicy przeznaczonej do produkcji biogazu
- Wydajność metanu podczas fermentacji gnojowicy różnych zawiesin w podziale na gatunki zwierząt

W 2020 r. spodziewany jest dalszy wzrost liczby zwierząt w Szlezwiku-Holsztynie. W przypadku głównych gatunków zwierząt, bydła, spodziewany jest znaczny wzrost liczby zwierząt, w szczególności w związku ze zniesieniem kwoty mlecznej. Trend ostatnich lat spowodował również wzrost liczby trzody chlewnej i drobiu o ok. 10 procent.

ÜbersetzerIn Nr. 2

Drewno zrębowe

Tylko około 10% obszaru kraju związkowego Niemiec Szlezwiku-Holsztyn jest zalesiona. Z tego powodu obszerna sieć drewna zrębowego ma szczególne znaczenie nie tylko z ekologicznego punktu widzenia, ale również z punktu energetycznego dostawcy drewna energetycznego. Około 68.000 km drewna zrębowego tworzy krajobraz między Morzem Północnym oraz Bałtyckim. Pierwotnym celem drewna zrębowego była "ochrona zwierząt

gospodarskich i pól, jak również zaopatrzenie w drewno opałowe dostosowanego do użytku własnego". W obecnych czasach klimatu ochrona klimatu oraz przyrody stawia się na pierwszym miejscu. Drewno zrębowe występujące w obszarze Szlezwik-Holsztyn zatem jest zatem chronione prawnie. Uważa się także, że do 2020 r. nie nastąpią istotne zmiany w obecnej sytuacji.

W tym scenariuszu są drewno zrębowe należy do kategorii uprawy roślin energetycznych. Obecnie nie poddano ocenie jakościowej drewna zrębowego na terenie kraju związkowego. W przypadku całkowitej długości drewna zrębowego warto zwrócić uwagę na to, że szacunkowo około 1/3 drewna zrębowego posiada niekompletne pokrycie roślin drzewiastych lub wcale jej nie ma tudzież składają się na nią jedynie krzewy z luźnymi gałęziami (np. zręby krzewu herbacianego z rejonu Vorgeest). Dlatego też wykorzystywana część wyżej wymienionych długości drewna zrębowego jest odpowiednio mniejsza. Odsetek zrębów bezdrzewnych lub wybrakowanych zazwyczaj wzrasta od wschodu do zachodu kraju. Teoretycznie z powodu wycinki drewna, która uśredniana jest co 12 lat, odsetek ten mógłby wynieść ok., 3 800 km rocznie. Przy szacunkowej wydajności od 100 m³ do 200 m³ trocin drewna o długości zrębu powyżej 1 km, każdego roku na terenie całego kraju można było zebrać około 380.000-760.000 m³ drewna zrębowego. Średnia wartość opałowa drzewnych zrębów drewna wynosi 10 MJ/kg. W rezultacie potencjał energetyczny drewna zrębowego wynosi od 1,3 do 2,7 PJ/a, uśredniony poniżej 2 PJ/a.

Słoma

Teoretyczne ogólnoniemieckie słomy potencjały uzyskiwane ze słomy wynikają z plonów zbóż pomnożonych przez średni stosunek ziarna do słomy. Obecnie nie są dostępne żadne badania dotyczące zużycia energii lub materiału uzyskanego ze słomy na terenie kraju związkowego Szlezwik-Holsztyn. Część zebranej tu słomy jest eksportowana do Danii w celach grzewczych.

Słoma jest ważnym czynnikiem jako nawóz nawóz organiczny do reprodukcji próchnicy. Z tego względu pełny zakres wykorzystania jej do produkcji energii nie powinno miejsca mieć zastosowania ze względu na żyzność gleby. Biorąc pod uwagę rosnące zapotrzebowanie na kiszonkę kukurydzianą oraz klimat atlantycki o zwiększonej degradacji nawozu, nie powinno się wykorzystywać więcej niż 25% słomy w charakterze surowca odnawialnego. W klasycznych obszarach produkcyjnych zbóż w Szlezwiku-Holsztynie, gdzie bilans próchnicy

jest wyraźnie dodatni, większe ilości słomy można usunąć w sposób zrównoważony. Wówczas potencjał słomy jest również odpowiednio wysoki (patrz wyniki wspólnego projektu "Podstawowe informacje na temat zrównoważonego wykorzystania pozostałości rolnych do produkcji bioenergii", Niemieckie Centrum Badań nad Biomasa (DBFZ) z roku 2011).

Zakładając, że 1/4 zbiorów słomy jest wykorzystywana do wytwarzania energii, potencjał energii pierwotnej wynosi wtedy 13,6 PJ (18,1 PJ przy 33% jej wykorzystaniu). W ten sposób wykorzystanie słomy może stanowić nieznaczny jej potencjał energetyczny

Gnojówka

Z przefermentowania gnojowicy wynikają następujące potencjalne zyski energii:

- przewidywana liczba zwierząt przypadająca na gatunek zwierząt w roku 2020, a tym samym potencjalna produkcja gnojowicy
- procentowy udział gnojowicy przeznaczonej do produkcji biogazu
- wydajność metanu podczas fermentacji gnojowicy różnych zawiesin przy podziale na gatunki zwierząt

W 2020 r. spodziewany jest dalszy wzrost liczby zwierząt w obszarze Szlezwik-Holsztyn. W przypadku głównych gatunków zwierząt jak bydło, spodziewany jest znaczny wzrost liczby zwierząt, w szczególności w związku z niesieniem ze spadkiem udziału procentowego produkcji mleka. Tendencja ta spowodowała również wzrost liczby trzody chlewnej i drobiu o ok. 10%.

ÜbersetzerIn Nr. 3

Zadrzewienie śródpolne

Tylko około 10% obszaru kraju związkowego Szlezwik-Holsztyn jest zalesione, dlatego też rozległa sieć zadrzewienia śródpolnego ma szczególne znaczenie nie tylko z ekologicznego punktu widzenia, ale także jako źródło drewna energetycznego. Około 68 000 km zadrzewienia śródpolnego tworzy krajobraz pomiędzy Morzem Północnym i Bałtyckim. Pierwotne zadania tego rodzaju drzewa to "ochrona zwierząt gospodarskich i pól jak również zaopatrzenie w drewno opałowe na potrzeby własne". Dziś duży nacisk kładzie się przede wszystkim na

ochronę przyrody i klimatu. Dlatego też drzewa te są w Szlezwiku-Holsztynie objęte ochroną prawną. Zakłada się zatem, że do 2020 r. nie nastąpią żadne istotne zmiany w obecnej sytuacji.

W tym wypadku zadrzewienie takie jest sklasyfikowane jako roślina energetyczna. Obecnie nie istnieje ogólnokrajowa ocena jakościowa zadrzewienia śródpolnego. W odniesieniu do całkowitej wyznaczonej długości zajmowanej przez zadrzewienie śródpolne należy pamiętać, że szacunkowo około jedna trzecia ma stanowić niejednolita roślinność lub jej całkowity brak. Na takie zadrzewienie mogą składać się także krzewy, które nie pozostają sztywne (np. krzewy herbaciane z rejonu Vorgeest). W takim wypadku użyteczna część wyżej wymienionych długości zajmowanej przez zadrzewienie tego rodzaju jest odpowiednio mniejsza. Odsetek obszarów bezdrzewnych lub miejscowo zarośniętych zazwyczaj wzrasta w kierunku od wschodu na zachód. Teoretycznie (sprawdzone co 12 lat) można by zebrać około 3 800 km zadrzewienia śródpolnego. Przy szacunkowej wydajności od 100 m³ do 200 m³ wiórów drzewnych o długości obszaru porastanego powyżej 1 km, każdego roku na terenie całego kraju można było zebrać około 380 000-760 000 m³ takiego drewna. Średnia wartość opałowa zrębków drzewnych wynosi 10 MJ/kg. W rezultacie potencjał energetyczny wynosi od 1,3 do 2,7 PJ/a, uśredniony z poziomu nieco poniżej 2 PJ/a.

Słoma

Teoretyczne ogólnokrajowy potencjał słomy wynika z plonu ziarna pomnożonego przez średni stosunek ziarna do słomy. Obecnie nie są dostępne żadne badania dotyczące zużycia słomy w celach energetycznych lub materiałowych na obszarze kraju związkowego Szlezwik-Holsztyn. Część zebranej tu słomy jest eksportowana do Danii w celach grzewczych.

Słoma spełnia ważną rolę jako organiczny nawóz do rozmnażania próchnic., Dlatego pełne wykorzystanie jej do produkcji rolnej nie powinno mieć miejsca ze względu na wpływ na żyzność gleby. Biorąc pod uwagę rosnącą uprawę kukurydzy kiszonkowej oraz klimat atlantycki powodujący zwiększoną degradację próchnicy, nie więcej niż 25% słomy powinno być wykorzystywane jako surowiec odnawialny. W tradycyjnych obszarach uprawy zbóż w Szlezwiku-Holsztynie, gdzie bilans próchnicy jest wyraźnie dodatni, większe ilości słomy można pobrać w sposób zrównoważony, jako że potencjał słomy pozostaje odpowiednio wysoki (patrz: wyniki wspólnego projektu "Podstawowe informacje na temat zrównoważonego wykorzystania pozostałości rolnych do produkcji bioenergii", DBFZ 2011).

Zakładając, że jedna czwarta uzyskanej słomy jest wykorzystywana do wytwarzania energii, potencjał energii pierwotnej wynosi 13,6 PJ (18,1 PJ przy 33% wykorzystaniu). W ten sposób energetyczne wykorzystanie słomy może stanowić znaczny potencjał.

Gnojowica

Potencjalne zyski energii z fermentacji gnojowicy wynikają z:

- przewidywanej liczby zwierząt na dany gatunek na rok 2020, a tym samym potencjalna produkcja obornika
- Procentowego udziału gnojowicy przeznaczonej do produkcji biogazu
- Wydajności metanu podczas fermentacji gnojowicy różnych rodzajów w zależności od gatunku zwierząt

W 2020 r. spodziewany jest dalszy wzrost liczby zwierząt w kraju związkowym Szlezwik-Holsztyn. W przypadku głównych gatunków zwierząt tzn. bydła, spodziewany jest znaczny wzrost liczby zwierząt, w szczególności w związku ze zniesieniem kwoty mlecznej. Trend ostatnich lat spowodował również wzrost liczby trzody chlewnej i drobiu o ok. 10 procent.

ÜbersetzerIn Nr. 4

Drewno opałowe

Tylko około 10% obszaru landu Szleswig-Holsztyn jest zalesione, dlatego też rozległa sieć krzewów ma szczególne znaczenie nie tylko z ekologicznego punktu widzenia, ale także jako dostawca drewna energetycznego. Około 68.000 km krzewów tworzy krajobraz pomiędzy Morzem Północnym a Bałtyckim. Początkowo krzewy miały "chronić zwierzęta gospodarskie i pola oraz służyć jako drewno opałowe". Dziś nacisk kładzie się na ochronę przyrody i ochronę klimatu. Krzewy w Szlezwiku-Holsztynie są zatem chronione prawem. Zakłada się zatem, że do 2020 r. nie nastąpią istotne zmiany obecnej sytuacji.

W tym scenariuszu krzewy są kwalifikowane do uprawy roślin energetycznych. Obecnie nie ma ogólnokrajowej oceny jakościowej krzewów. W odniesieniu do całkowitej wskazanej powierzchni obszaru zakrzewionego należy pamiętać, że szacunkowo około jedna trzecia obszaru porośnięta jest w sposób niejednorodny lub wcale, albo że porośnięta jest niskimi

krzewami (np. krzew herbaciany porastający Vorgeest), dlatego natrafiająca się do wykorzystania część wyżej wymienionych krzewów jest odpowiednio mniejsza. Odsetek obszarów, które nie są porośnięte krzewami lub są porośnięte w sposób niejednolity wzrasta przeważnie ze wschodu na zachodu. Teoretycznie co roku (dane uśredniane co 12 lat) możnaby pozyskać około 3 800 km drewna. Przy szacunkowej wydajności od 100 m³ do 200 m³ trocin na 1 km krzewów, każdego roku na terenie całego kraju możnaby zebrać około 380.000-760.000 m³ drewna. Średnia wartość opałowa trocin wynosi 10 MJ/kg. W rezultacie potencjał energetyczny wynosi od 1,3 do 2,7 PJ/a, uśredniony z poziomu nieco poniżej 2 PJ/a.

Słoma

Teoretyczne krajowy potencjał słomy można oszacować z plonu ziarna pomnożonego przez średni stosunek ziarna do słomy. Obecnie nie są dostępne żadne badania dotyczące wykorzystania słomy lub energii z jej spalania w Szlezwiku-Holsztynie. Część zbieranej tu słomy jest eksportowana do Danii w celach grzewczych.

Słoma jest ważnym czynnikiem jako organiczny nawóz wykorzystywany do reprodukcji próchnicy, dlatego nie powinna być w pełni wykorzystana do produkcji energii ze względu na żyzność gleby. Biorąc pod uwagę rosnącą uprawę kukurydzy na kiszonkę oraz klimat atlantycki o zwiększonej degradacji próchnicy, nie więcej niż 25% słomy powinno być wykorzystywane jako surowiec odnawialny. Na typowych obszarach uprawy zbóż w Szlezwiku-Holsztynie, gdzie bilans próchnicy jest wyraźnie dodatni, w sposób zrównoważony można usunąć większe ilości słomy, ponieważ potencjał słomy jest odpowiednio wysoki (patrz wyniki wspólnego projektu "Podstawowe informacje na temat zrównoważonego wykorzystania pozostałości rolnych do produkcji bioenergii", DBFZ 2011).

Zakładając, że jedna czwarta uzysku słomy jest wykorzystywana do wytwarzania energii, potencjał energii pierwotnej wynosi 13,6 PJ (18,1 PJ przy wykorzystaniu na poziomie 33%). W ten sposób energetyczne wykorzystanie słomy może stanowić niemały potencjał.

Gnojowica

Potencjalną ilość energii, jaką można pozyskać z fermentacji gnojowicy można ustalić na podstawie:

- przewidywanej liczby zwierząt przypadającej na gatunek w roku 2020, a tym samym potencjalnej produkcji obornika;
- Procentowego udział gnojowicy w produkcji biogazu;
- wytwarzanego metanu podczas fermentacji gnojowicy różnych gatunków zwierząt.

W 2020 r. spodziewany jest dalszy wzrost liczby zwierząt w Szlezwiku-Holsztynie. W związku ze zniesieniem kwoty mlecznej znaczny wzrost spodziewany jest szczególnie w przypadku głównego gatunku zwierząt – bydła. W ostatnich latach można było również zaobserwować trend wzrostowy liczby trzody chlewnej i drobiu o ok. 10 procent.

ÜbersetzerIn Nr. 5

Drewno zrębowe

Tylko około 10% obszaru Szlezwik-Holsztyn jest zalesione, dlatego rozbudowana sieć drewna zrębowego ma szczególne znaczenie nie tylko z ekologicznego punktu widzenia, ale także jako dostawca drewna energetycznego. Około 68.000 km drewna zrębowego tworzy krajobraz między Morzem Północnym a Bałtyckim. Pierwotnym zadaniem drewna zrębowego była "ochrona zwierząt gospodarskich oraz pól jak i zaopatrzenie w drewno opałowe na użytek własny". Dziś kładzie się szczególną uwagę na aspekty ochrony przyrody oraz klimatu. Z tego powodu drewno zrębowe na obszarze Szlezwik-Holsztyn są prawnie chronione. Zakłada się zatem, że do 2020 r. nie nastąpią istotne zmiany w obecnej sytuacji.

Zgodnie z tym scenariuszem drewno zrębowe jest przypisane do uprawy roślin energetycznych. Obecnie nie ma ogólnokrajowej oceny jakości drewna zrębowego. W odniesieniu do całkowitej wyznaczonej długości drewna zrębowego należy zwrócić uwagę na to, że w przybliżeniu ok. 1/3 tego drewna wykazuje niejednorodną szatę roślin drzewiastych lub jej wcale nie posiada, czy bądź składają się na nią krzewy, które nie są sztywne (np. zręby krzewu herbacianego z płaskiego obszaru Vorgeest), tak że użyteczna część wyżej wymienionych długości zrębów jest odpowiednio mniejsza. Odsetek terenów wybrakowanych lub bez zrębów roślin zazwyczaj wzrasta od wschodu do zachodu. Teoretycznie co roczne ścinanie zrębów drewna (uśredniana co 12 lat) mogłaby zebrać około 3 800 km zrębów rocznie. Każdego roku na terenie całego kraju można zebrać około 380.000-760.000 m³ drewna zrębowego przy szacowanej wydajności, wynoszącej od 100 m³ do 200 m³ okrawków drewna o długości zrębowej powyżej

1 km. Średnia wartość opałowa zrębków drzewnych wynosi 10 MJ/kg. W rezultacie potencjał energetyczny wynosi od 1,3 do 2,7 PJ/a, a jego średnia wynosi poniżej 2 PJ/a.

Słoma

Teoretyczne ogólnokrajowe potencjały energii wyprodukowanej ze słomy uzyskiwane są z plonu ziarna pomnożonego przez średnią proporcję ilości ziarna do słomy. Obecnie nie są dostępne żadne badania dotyczące zużycia energetycznego lub materiałowego wykorzystania energii przez słomę w Szlezwiku-Holsztynie. Część zebranej tu słomy jest eksportowana do Danii w celach grzewczych.

Słoma jest ważnym czynnikiem służący jako nawóz organiczny do reprodukcji próchnicy. Dlatego pełne wykorzystanie jej do produkcji powinno być zabronione ze względu na żyzność gleby. Biorąc pod uwagę rosnącą uprawę kukurydzy na kiszonkę oraz klimat atlantycki o zwiększonej degradacji próchnicy gleby, nie powinno być wykorzystywane więcej niż 25% słomy jako surowiec odnawialny. W klasycznych obszarach uprawy zbóż w Szlezwiku-Holsztynie, gdzie bilans próchnicy jest wyraźnie dodatni, większe ilości słomy można pobrać w sposób zrównoważony. Wówczas potencjał energetyczny słomy jest odpowiednio wysoki (patrz na wyniki wspólnego projektu "Podstawowe informacje na temat zrównoważonego wykorzystania pozostałości rolnych do produkcji bioenergii", Niemieckie Centrum Badań nad Biomasa (DBFZ), 2011).

Zakładając, że jedna czwarta zbiorów słomy jest wykorzystywana do wytwarzania energii, potencjał energii pierwotnej wynosi 13,6 PJ (18,1 PJ przy 33% wykorzystaniu zbiorów słomy). W ten sposób energetyczne wykorzystanie słomy może stanowić niemały potencjał, aby uzyskać energię.

Gnojowica

Potencjalne zyski energii z przefermentowania gnojowicy wynikają z:

- przewidywanej liczby zwierząt przypadający na każdy jej gatunek na rok 2020, a tym samym przypadająca potencjalna ilość gnojowicy
- Procentowy udział gnojowicy przeznaczonej do produkcji biogazu
- Wydajność metanu podczas przefermentowania gnojowicy powstająca z różnych zawiesin w przypadająca na każdy gatunek zwierzęcia.

W 2020 r. spodziewany jest dalszy wzrost liczby zwierząt na terenie Szlezwik-Holsztyn. W przypadku głównych gatunków zwierząt tj. bydła, spodziewany jest znaczny wzrost liczby zwierząt, w związku ze spadkiem udziału procentowego mleka. Zaistniały trend w ostatnich latach spowodował również wzrost liczby trzody chlewnej i drobiu o ok. 10%.

ÜbersetzerIn Nr. 6

Drewno zrębowe

Jedynie ok. 10% obszaru niemieckiego kraju związkowego Szlezwik-Holsztyn jest zalesione, dlatego też rozległa sieć drewna zrębowego ma szczególne znaczenie nie tylko z ekologicznego punktu widzenia, ale także z punktu dostawcy drewna energetycznego. Ok. 68.000 km drewna zrębowego tworzy krajobraz między Morzem Północnym i Bałtyckim. Pierwszymi zadaniami drewna zrębowego były "ochrona zwierząt oraz pól gospodarskich jak i zaopatrzenie w drewno opałowe na użytek własny". Dziś nacisk kładzie się na ochronę przyrody oraz klimatu. Drewno zrębowe w Szlezwiku-Holsztynie jest zatem prawnie chronione. Można założyć, że do 2020 r. nie nastąpią istotne zmiany w obecnej sytuacji.

W tym scenariuszu drewno zrębowe należy do grupy uprawy roślin energetycznych. Obecnie drewno zrębowe nie zostało poddane ogólnoniemieckiej ocenie jakościowej. Biorąc pod uwagę całkowitą długość drewna zrębowego należy rozważyć, że szacunkowo ok. 1/3 zrębów jest jedynie fragmentarycznie lub wcale pokryta roślinami drzewiastymi, tudzież składają się na nią niskie stale kwitnące krzewy (np. zręby krzewu herbacianego z obszaru krajobrazowego Vorgeest), tak że użyteczna część wyżej wymienionych długości zrębów jest proporcjonalnie niższa. Odsetek zrębów bezdrzewnych lub wybrakowanych zazwyczaj wzrasta od wschodu na zachód kraju. Teoretycznie wycinka drewna (odbywająca się co 12 lat) mogłaby zebrać około 3 800 km drewna zrębowego rocznie. Przy szacunkowej wydajności od 100 m³ do 200 m³ trocin drzewnych o długości drewna zrębowego powyżej 1 km, każdego roku na terenie całego kraju można by było zebrać ok. 380.000-760.000 m³ takiego drewna. Średnia wartość opała drewna zrębowego wynosi 10 MJ/kg. W rezultacie potencjał energetyczny drewna zrębowego wynosi od 1,3 do 2,7 PJ/a, uśredniony z poziomu nieco poniżej 2 PJ/a.

Słoma

Teoretyczne niemieckie ogólnokrajowe potencjały energetyczne słomy powstają z plonu zbóż pomnożonego przez średni stosunek ziarna do słomy. Obecnie nie zostały przeprowadzone żadne badania dotyczące zużycia energetycznego oraz materiałowego przez słomę na terenie związku krajowego Szleszwik-Holsztyn. Część zebranej tu słomy jest eksportowana do Danii w celach grzewczych.

Słoma odgrywa ważną rolę jako czynnik organiczny nawozu do reprodukcji próchnicy. Z tego względu pełne wykorzystanie jej do produkcji nawozu nie powinno mieć miejsca ze względu na żyzność gleby. Biorąc pod uwagę rosnącą uprawę kiszonki kukurydzianej oraz klimat atlantycki o zwiększonej degradacji próchnicy, nie należy wykorzystywać więcej niż 25% słomy w charakterze surowca odnawialnego. W klasycznych obszarach uprawy zbóż w Szleszwiku-Holsztynie, gdzie bilans próchnicy jest wyraźnie dodatni, większe ilości słomy można usunąć w sposób zrównoważony. Wówczas potencjał słomy jest odpowiednio wysoki (spójrz wyniki wspólnego projektu "Podstawowe informacje na temat zrównoważonego wykorzystania pozostałości rolnych do produkcji bioenergii", Niemieckiego Centrum Badań nad Biomasa (DBFZ) 2011).

Zakładając, że 1/4 potencjału ze słomy jest wykorzystywana do wytwarzania energii, wówczas potencjał energii pierwotnej wynosi 13,6 PJ (18,1 PJ przy 33% jej wykorzystaniu). W ten sposób energetyczne wykorzystanie słomy może stanowić niemały potencjał.

Gnojowica

Z fermentacji gnojowicy wynikają poniższe potencjalne zyski energii:

- przewidywana liczba zwierząt przypadająca na gatunek zwierząt na rok 2020, a tym samym potencjalna produkcja gnojowicy
- procentowy udział gnojowicy przeznaczonej do produkcji biogazu
- wydajność metanu podczas fermentacji gnojowicy różnych zawiesin przypadający na gatunek zwierząt

W 2020 r. spodziewany jest dalszy wzrost liczby zwierząt w obszarze Szleszwik-Holsztyn. W przypadku głównych gatunków zwierząt tj. bydła, spodziewany jest znaczny wzrost liczby

zwierząt, w szczególności w związku ze spadkiem udziału procentowego produkcji mleka. Trend ostatnich lat spowodował również wzrost liczby trzody chlewnej jak i drobiu o ok. 10%.

ÜbersetzerIn Nr. 7

Drewno zrębowe

Tylko około 10% terenu niemieckiego kraju związkowego Szlezwik-Holsztyn jest zalesione, dlatego też rozległa sieć drewna zrębowego ma szczególne znaczenie nie tylko z ekologicznego punktu widzenia, ale również pełni ważną rolę jako dostawca drewna energetycznego. Około 68.000 km pozostałości zrębowych tworzy krajobraz między Morzem Północnym oraz Bałtyckim. Pierwotną funkcją drewna zrębowego była "ochrona zwierząt gospodarskich jak i pól oraz zaopatrzenie w drewno opałowe dla własnych potrzeb". Dziś na pierwszym miejscu stawia się na ochronę przyrody oraz klimatu. Drewno zrębowe na terenie Szlezwiku-Holsztyn jest zatem chronione ustawą. Przyjmuje się, że do 2020 r. nie nastąpią istotne zmiany w obecnej sytuacji.

Według tego scenariusza drewno zrębowe jest przypisane do grupy uprawy roślin energetycznych. Obecnie nie ma ogólnozwiązkowej oceny jakościowej zrębów. W odniesieniu do całkowitej długości zrębów należy zwrócić uwagę, że szacunkowo ok. 1/3 drewna zrębowego jest nierówno pokryta roślinnością drzewiastą lub nie posiada jej wcale, albo że składają się na niskie jednolite krzewy (np. zręby krzewu herbacianego z terenu krajobrazowego Vorgeest), tak że użyteczna część wyżej wymienionych długości zrębów jest wystarczająco mniejsza. Odsetek zrębów bezdrzewnych lub wybrakowanych zazwyczaj wzrasta od wschodu do zachodu terenu. Teoretycznie okres zrębowy (odbywający się co 12 lat) mógłby zebrać około 3 800 km zrębów rocznie. Przy szacunkowej wydajności od 100 m³ do 200 m³ zrębków drzewnych przypadające na 1 km drewna zrębowego, każdego roku na terenie całego kraju można było zebrać ok. 380.000-760.000 m³ drewna zrębowego. Średnia wartość energetyczna zrębków drzewnych wynosi 10 MJ/kg. W rezultacie potencjał energetyczny wynosi od 1,3 do 2,7 PJ/a, uśredniony z poziomu nieco poniżej 2 PJ/a.

Słoma

Teoretyczne ogólnoniemieckie potencjały słomy wywodzą się z plonu zbóż pomnożonego przez średni stosunek ziarna do słomy. Obecnie nie ma dostępnych żadnych badań dotyczących

zużycia energetycznego lub materiałowego przez słomę w Szlezwiku-Holsztynie. Część zebranej tu słomy jest eksportowana do Danii w celach grzewczych.

Słoma odgrywa ważną rolę jako organiczny nawóz do reprodukcji próchnicy. Dlatego pełne wykorzystanie jej do produkcji nie powinno mieć miejsca ze względu na żyzność gleby. Biorąc pod uwagę rosnącą uprawę kukurydzy na kiszonkę oraz klimat atlantycki o zwiększonej degradacji próchnicy, nie więcej niż 25% słomy powinno być wykorzystywane jako surowiec odnawialny. W klasycznych obszarach uprawy zbóż w Szlezwiku-Holsztynie, gdzie bilans próchnicy jest wyraźnie dodatni, większe ilości słomy można usunąć w sposób zrównoważony. Wówczas potencjał słomy jest również odpowiednio wysoki (patrz wyniki wspólnego projektu "Podstawowe informacje na temat zrównoważonego wykorzystania pozostałości rolnych do produkcji bioenergii", Niemieckie Centrum Badań nad Biomasa (DBFZ) 2011).

Zakładając, że 1/4 zysku energetycznego słomy jest wykorzystywana do wytwarzania energii, potencjał energii pierwotnej wynosi 13,6 PJ (18,1 PJ przy 33% wykorzystaniu). W ten sposób energetyczne wykorzystanie słomy może stanowić niemały potencjał.

Gnojowica

Z fermentacji gnojowicy wynikają poniższe potencjalne zyski energii:

- przewidywana liczba zwierząt przypadająca na gatunek zwierząt w roku 2020, a tym samym potencjalna produkcja gnojowicy
- procentowy udział gnojowicy przeznaczonej do produkcji biogazu
- Wydajność metanu podczas fermentacji gnojowicy różnych zawiesin przypadająca na każdy gatunek zwierząt.

W 2020 r. spodziewany jest dalszy wzrost liczby zwierząt na obszarze Szlezwik-Holsztyn. W przypadku głównych gatunków zwierząt jak bydła, spodziewany jest znaczny wzrost liczby zwierząt, w szczególności w związku ze zmniejszeniem udziału procentowego mleka. Trend ostatnich lat spowodował również wzrost liczby trzody chlewnej i drobiu o ok. 10%.

ÜbersetzerIn Nr. 8

Drzewo łamliwe

Tylko około 10% obszaru Szlezwika--Holsztyna jest zalesione, dlatego też rozległa sieć drzewa łamliwego ma szczególne znaczenie nie tylko z ekologicznego punktu widzenia, ale także jako dostawca drewna energetycznego. Około 68000 km takiego drzewa tworzy krajobraz pomiędzy Morzem Północnym i Bałtyckim. Jego pierwotne zadania to "ochrona zwierząt gospodarskich i pól oraz zaopatrzenie w drewno opałowe". Dziś szczególny nacisk kładzie się na ochronę przyrody i ochronę klimatu. Ten rodzaj zalesienia w Szlezwiku-Holsztynie jest zatem chroniony prawnie. Zgodnie z założeniami do 2020 r. nie nastąpią istotne zmiany obecnej sytuacji.

W tym przypadku drzewo łamliwe należą do kategorii uprawy roślin energetycznych. Obecnie nie ma ogólnokrajowej oceny jakościowej takiego drewna. W odniesieniu do całkowitej wyznaczonej długości zalesienia drzewem łamliwym należy pamiętać, że szacuje się, iż około jedna trzecia ma tylko jedną niejednorodną roślinność lub nie jest wcale zalesiona, lub że składają się na nią niskie krzewy, (np. krzewy herbaciane z rejonu Vorgeest). Dlatego też użyteczna część wyżej wymienionych długości drzewa łamliwego jest odpowiednio mniejsza. Liczba rzadziej porośniętych terenów przez drzewo łamliwe, bądź rosnących w większych odstępach generalnie wzrasta od wschodu do zachodu. Teoretycznie drzewo łamliwe (sprawdzanaco 12 lat) mogłaby dać około 3 800 km rocznie . Przy szacunkowej wydajności od 100 m³ do 200 m³ wiórów drzewnych o długości porastanej przez takie drewno wynoszącej powyżej 1 km, każdego roku na terenie całego kraju można było zebrać około 380000-760000 m³ drewna łamliwego. Średnia wartość opałowa zrębków drzewnych wynosi 10 MJ/kg. W rezultacie potencjał energetyczny wynosi od 1,3 do 2,7 PJ/a, uśredniony z poziomu nieco poniżej 2 PJ/a.

Słoma

Teoretyczne ogólnokrajowe potencjały słomy wynikają z plonu ziarna pomnożonego przez średni stosunek ziarna do słomy. Obecnie nie są dostępne żadne badania dotyczące zużycia energii lub materiału przez słomę w kraju federalnym Szlezwiku-Holsztynie. Część zebranej tu słomy jest eksportowana do Danii w celach grzewczych.

Słoma jest ważnym jako organiczny nawóz do rozmnażania próchnicy. Dlatego pełne wykorzystanie jej do produkcji nie powinno mieć miejsca ze względu na żyzność gleby. Biorąc pod uwagę rosnącą uprawę kukurydzy kiszonkowej oraz klimat atlantycki wpływający na zwiększoną degradację próchnicy, nie więcej niż 25% słomy powinno być wykorzystywane jako surowiec odnawialny. W klasycznych obszarach uprawy zbóż w Szlezwiku-Holsztynie, gdzie bilans próchnicy jest wyraźnie dodatni, większe ilości słomy można pobierać w sposób zrównoważony, a potencjał słomy jest odpowiednio wyższy (patrz wyniki wspólnego projektu "Podstawowe informacje na temat zrównoważonego wykorzystania pozostałości rolnych do produkcji bioenergii", DBFZ 2011).

Zakładając, że jedna czwarta pozyskanej słomy jest wykorzystywana do wytwarzania energii, potencjał energii pierwotnej wynosi 13,6 PJ (18,1 PJ przy 33% wykorzystaniu). W ten sposób energetyczne wykorzystanie słomy może stanowić niemały potencjał.

Gnojowica płynna

Z następujących czynników wynikają potencjalne zyski energii z fermentacji gnojowicy:

- przewidywana liczba zwierząt na dany gatunek zwierząt na rok 2020, a tym samym potencjalna produkcja obornika
- Procentowy udział gnojowicy przeznaczonej do produkcji biogazu
- Wydajność metanu podczas fermentacji gnojowicy różnych zawiesin w podziale na gatunki zwierząt

W 2020 r. spodziewany jest dalszy wzrost liczby zwierząt w Szlezwiku-Holsztynie. W przypadku głównych gatunków zwierząt, bydła, spodziewany jest znaczny wzrost liczby zwierząt, w szczególności w związku ze zniesieniem kwoty mlecznej. Trend ostatnich lat spowodował również wzrost liczby trzody chlewnej i drobiu o ok. 10 procent.

ÜbersetzerIn Nr. 9

Połamane drzewa

Tylko około 10% obszaru Schleswig-Holstein jest zalesione, dlatego też rozległa sieć połamanych drzew ma szczególne znaczenie nie tylko z ekologicznego punktu widzenia, ale

także jako dostawca drewna energetycznego. Około 68.000 km połamanych drzew tworzy krajobraz pomiędzy Morzem Północnym i Bałtyckim. Pierwotnym zadaniem połamanych drzew była "ochrona zwierząt gospodarskich i pól oraz zaopatrzenie w drewno opałowe na własne potrzeby". Dziś nacisk kładzie się na ochronę przyrody i ochronę klimatu. Połamane drzewa w Szlezwiku-Holsztynie są zatem chronione prawem. Zakłada się zatem, że do 2020 r. nie nastąpią istotne zmiany obecnej sytuacji.

W tym scenariuszu połamane drzewa są przypisane do uprawy roślin energetycznych. Obecnie nie istnieje ogólnokrajowa ocena jakościowa połamanych drzew. W odniesieniu do całkowitej ustalonej długości połamanych drzew należy zauważyć, że szacuje się, iż tylko około jedna trzecia połamanych drzew wykazuje niejednolite pokrycie roślinne lub nie ma go wcale, wzgl., że składają się na nie nisko rosnące krzewy (np. połamane krzewy herbaciane z Vorgeest), tak że użyteczna część wyżej wymienionych długości połamanych części jest odpowiednio mniejsza. Liczba połamanych części bezdrzewnych lub szczelinowych zazwyczaj wzrasta z wschodu na zachód. Teoretycznie, z powodu okresu łamania drzew (uśredniany co 12 lat) można by było zebrać około 3 800 km połamanych drzew rocznie. Przy szacunkowej wydajności od 100 m³ do 200 m³ wiórów drzewnych o długości powyżej 1 km, każdego roku na terenie całego kraju można było zebrać około 380.000-760.000 m³ połamanego drewna. Średnia wartość opałowa wiórów drzewnych wynosi 10 MJ/kg. W rezultacie potencjał energetyczny wynosi od 1,3 do 2,7 PJ/a, uśredniony z poziomu nieco poniżej 2 PJ/a.

Słoma

Teoretyczne ogólnokrajowe potencjały wykorzystania słomy wynikają z plonu zboża pomnożonego przez średni stosunek zboża do słomy. Obecnie nie są dostępne żadne badania dotyczące zużycia energii lub materiału w Szlezwiku-Holsztynie. Część zebranej tu słomy jest eksportowana do Danii w celach grzewczych.

Słoma jest ważnym czynnikiem jako organiczny nawóz do reprodukcji próchnicy, dlatego pełne wykorzystanie jej do produkcji nie powinno mieć miejsca ze względu na żyzność gleby. Biorąc pod uwagę rosnącą uprawę kukurydzy oraz klimat atlantycki o zwiększonej degradacji próchnicy, nie więcej niż 25% słomy powinno być wykorzystywane jako surowiec odnawialny. W klasycznych obszarach uprawy zbóż w Szlezwiku-Holsztynie, gdzie bilans próchnicy jest wyraźnie dodatni, większe ilości słomy można produkować przez długi czas, a potencjał słomy jest odpowiednio wysoki (patrz wyniki związkowego projektu "Podstawowe informacje na

temat zrównoważonego wykorzystania pozostałości rolnych do produkcji bioenergii", DBFZ 2011).

Zakładając, że jedna czwarta uzysku słomy jest wykorzystywana do wytwarzania energii, potencjał energii pierwotnej wynosi 13,6 PJ (18,1 PJ przy 33% wykorzystaniu). W ten sposób energetyczne wykorzystanie słomy może stanowić niemały potencjał.

Gnojowica

Potencjalne zyski energii z fermentacji gnojowicy wynikają z:

- przewidywanej liczby zwierząt na gatunek zwierząt na rok 2020, a tym samym potencjalnej produkcji obornika
- procentowego udziału gnojowicy przeznaczonej do produkcji biogazu
- produkcja metanu podczas fermentacji gnojowicy różnych gnojowic w podziale na gatunki zwierząt

W 2020 r. spodziewany jest dalszy wzrost liczby zwierząt w Szlezwiku-Holsztynie. W przypadku głównych gatunków zwierząt, bydła, spodziewany jest znaczny wzrost liczby zwierząt, w szczególności w związku ze zniesieniem kwoty mlecznej. Trend ostatnich lat spowodował również wzrost liczby trzody chlewnej i drobiu o ok. 10 procent.

ÜbersetzerIn Nr. 10

Drewno żywoplotowe

Zaledwie 10% obszaru Szlezwiku-Holsztyn jest zalesione, dlatego też rozległe pasy żywoplotów mają szczególne znaczenie nie tylko z ekologicznego punktu widzenia. Są one również wykorzystywane jako materiał energetyczny. Około 68.000 km żywoplotu tworzy krajobraz pomiędzy Morzem Północnym i Bałtyckim. Jego pierwotnymi zadaniami były „ochrona zwierząt gospodarskich i pól oraz zaopatrzenie rolników w drewno opałowe na własne potrzeby”. Dziś nacisk kładzie się na ochronę przyrody i klimatu. Dlatego też żywoploty w Szlezwiku-Holsztynie znajdują się po ochroną. Zakłada się zatem, że do 2020 r. nie nastąpią istotne zmiany obecnej sytuacji.

W tym scenariuszu żywopłoty uprawia się w charakterze roślin energetycznych. Obecnie nie ma ogólnopolskiej oceny jakościowej tych roślin. Należy pamiętać, iż około 1/3 długości żywopłotów, ze względu na niewielką „gęstość” lub rozmiar (np. knyki krzewu herbacianego z Vorgeest) tudzież brak składających się na nie roślin uznawana jest za nieużyteczną.. Im dalej na zachód tym odstępki żywopłotów z „prześwitami” bądź całkowicie pozbawionych roślinności wzrasta. Teoretycznie, przy średnio dwunastoletnim cyklu wzrostu żywopłotu, rocznie można uzyskać około 3 800 km drewna żywopłotowego. Przy wydajności od 100 m³ do 200 m³ wiórów drzewnych z pasma żywopłotu o długości powyżej 1 km, każdego roku na terenie całego kraju można było zebrać około 380.000-760.000 m³ drewna energetycznego. Średnia wartość opałowa zrębków drzewnych wynosi 10 MJ/kg. W rezultacie potencjał energetyczny wynosi od 1,3 do 2,7 PJ/, uśredniony z poziomu nieco poniżej 2 PJ/a.

Słoma

Teoretyczny ogólnokrajowy potencjał bioenergi ze słomy wynikają z rachunku mnożenia plonu ziarna i średniego stosunku ziarna do słomy. Obecnie nie są dostępne żadne badania dotyczące zużycia energii lub materiału w postaci słomy na terenie Szlezwiaku-Holsztyn. Część zebranej tu słomy jest eksportowana do Danii w celach grzewczych.

Słoma to cenny nawóz organiczny niezbędny w tworzeniu gleby próchnicowej. W trosce o żyzność gleby nie powinno się zatem wykorzystywać całych zbiorów słomy w celach produkcyjnych. Biorąc pod uwagę rosnącą uprawę kukurydzy na kiszonkę oraz klimat atlantycki o zwiększonej degradacji próchnicy, nie więcej niż 25% słomy powinno być wykorzystywane jako surowiec odnawialny. W typowych dla uprawy zbóż obszarach Szlezwiaku-Holsztyn, gdzie bilans próchnicy jest wyraźnie dodatni, te ilości mogą być większe (patrz wyniki wspólnego projektu „Podstawowe informacje na temat zrównoważonego wykorzystania pozostałości rolnych do produkcji bioenergi”, DBFZ 2011).

Zakładając, że jedna czwarta słomy jest wykorzystywana do wytwarzania energii, potencjał energii pierwotnej wynosi 13,6 PJ (18,1 PJ przy 33% wykorzystaniu). W ten sposób energetyczne wykorzystanie słomy może stanowić niemały potencjał.

Gnojowica

Potencjalny bilans energetyczny uzyskany z fermentacji gnojowicy zależy od:

- przewidywanej liczby zwierząt i ich podziału ze względu na gatunek na rok 2020, a tym samym potencjalnej ilości wyprodukowanej gnojowicy
- Procentowej ilości gnojowicy przeznaczonej do produkcji biogazu
- Ilości wydzielonego metanu podczas fermentacji różnych rodzajów gnojowicy (w zależności od gatunku zwierzęcia)

W 2020 r. spodziewany jest dalszy wzrost liczby zwierząt w Szlezwiku-Holsztynie. Na przykład w przypadku głównego gatunku, bydła, ze względu na zniesienie kwoty mlecznej, liczba zwierząt ma się zwiększyć. Trend ostatnich lat spowodował również wzrost liczby trzody chlewnej i drobiu o ok. 10 procent.

ÜbersetzerIn Nr. 11

Drewno z żywopłotów

Tylko około 10% obszaru Szlezwiku-Holsztynu jest zalesione, dlatego też z ekologicznego punktu widzenia szczególne znaczenie przypada rozległej sieci żywopłotów, które pełnią również funkcję dostawcy drewna energetycznego. Około 68.000 km żywopłotów (tzw. „Knicks”) tworzy krajobraz rozciągający się pomiędzy Morzem Północnym i Bałtyckim. Ich pierwotnym zadaniem była „ochrona pól i zwierząt gospodarskich oraz zaopatrywanie ludności w drewno opałowe na swoje własne potrzeby”. Ich rola polega dziś jednak przede wszystkim na ochronie przyrody oraz klimatu. Żywopłoty w Szlezwiku-Holsztynie są z tego powodu pod ochroną. Zakłada się zatem, że do 2020 r. obecna sytuacja nie ulegnie zmianie w istotny sposób.

W tym scenariuszu żywopłoty zostają przyporządkowane uprawie roślin energetycznych. Obecnie nie jest dostępna żadna ewidencja jakościowa żywopłotów obejmująca cały kraj związkowy. W odniesieniu do całkowitej wyznaczonej długości żywopłotów należy pamiętać, że szacunkowo około jedna trzecia stanu żywopłotów nie wykazuje pełnego porostu roślinami drzewiastymi lub nie posiada go wcale, bądź też składa się on z niskich krzewów (np. żywopłoty z tawuły ożankolistnej z terenu Vorgeest), przez co użyteczna część całej długości wyżej wymienionych żywopłotów jest odpowiednio mniejsza. Udział żywopłotów bez roślin drzewiastych lub z niepełnym porostem zwiększa się co do zasady ze wschodu na zachód. Z powodu zasadzania żywopłotów w określonych okresach (średnio co 12 lat) można by teoretycznie zebrać rocznie około 3 800 km żywopłotu. Przy szacunkowym zbiorze od 100

m³ do 200 m³ zrębków drzewnych na każdy 1 km żywopłotu, każdego roku na terenie całego kraju związkowego można by było zebrać około 380.000-760.000 m³ żywopłotu. Średnia wartość opałowa zrębków drzewnych wynosi 10 MJ/kg. W rezultacie potencjał energetyczny drewna pochodzącego z żywopłotów wynosi od 1,3 do 2,7 PJ/a, średnio niecałe 2 PJ/a.

Słoma

Teoretyczne potencjały słomy w całym kraju związkowym wynikają z plonu ziarna pomnożonego przez średni stosunek plonu ziarna do plonu słomy. Obecnie nie są dostępne żadne badania dotyczące wykorzystania energetycznego lub materiałowego słomy w Szlezwiku-Holsztynie. Część zebranej tu słomy jest eksportowana do Danii w celach grzewczych.

Słoma jest ważnym czynnikiem jako organiczny nawóz do reprodukcji próchnicy, dlatego jej pełne wykorzystanie w celach produkcyjnych nie powinno mieć miejsca ze względu na zachowanie żyzności gleby. Biorąc pod uwagę rosnącą uprawę kukurydzy na kiszonkę oraz wpływ klimatu atlantyckiego potęgującego degradację próchnicy, nie więcej niż 25% całej słomy powinno być wykorzystywane jako surowiec odnawialny. W tradycyjnych obszarach uprawy zbóż w Szlezwiku-Holsztynie, gdzie bilans próchnicy jest wyraźnie dodatni, można spożytkować zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju większe ilości słomy. Potencjał słomy jest tutaj odpowiednio wysoki (patrz wyniki wspólnego projektu „Podstawowe informacje na temat zrównoważonego wykorzystania odpadów rolnych w celu zapewnienia bioenergii”, DBFZ 2011).

Zakładając, że jedna czwarta plonu słomy jest wykorzystywana do wytwarzania energii, potencjał energii pierwotnej wynosi 13,6 PJ (18,1 PJ przy wykorzystaniu w 33%). Tym samym odzyskiwanie energii ze słomy może stanowić istotny potencjał.

Gnojowica płynna

Potencjalny zysk energetyczny z fermentacji gnojowicy wynika z:

- Przewidywanej liczby zwierząt na gatunek zwierząt na rok 2020 i związanej z tym potencjalnej produkcji obornika
- Udziału gnojowicy w wykorzystaniu biogazu

- Ilości metanu podczas fermentacji gnojowicy różnych zawiesin stosownie do gatunków zwierząt

W 2020 r. spodziewany jest dalszy wzrost liczby zwierząt w Szlezwiku-Holsztynie. W przypadku głównego gatunku zwierząt, tj. bydła, spodziewany jest znaczny wzrost liczby zwierząt, w szczególności w związku ze zniesieniem kwoty mlecznej. Również w przypadku trzody chlewnej i drobiu wzrost liczby zwierząt o ok. 10 procent wynika z trendu z ostatnich lat.

ÜbersetzerIn Nr. 12

Drewno zrębowe

Tylko ok. 10% obszaru kraju związkowego Niemiec Szlezwik-Holsztyn jest zalesione. Z tego względu rozległa sieć drewna zrębowego ma szczególne znaczenie z nie tylko z ekologicznego punktu widzenia, ale także postrzega się go jako dostawcę drewna energetycznego. Ok. 68.000 km drewna zrębowego tworzy krajobraz pomiędzy Morzem Północnym a Bałtyckim. zadania pierwotną rolą to drewna zrębowego była "ochrona bydła oraz pól jak również zaopatrzenie w drewno opałowe do własnych celów". W obecnych czasach na pierwszym miejscu stoi ochrona przyrody oraz klimatu. Drewno zrębowe w Szlezwiku-Holsztynie jest chronione prawnie. Przyjmuje się zatem, że do 2020 r. nie nastąpią istotne zmiany w obecnej sytuacji.

Według tego scenariusza drewno zrębowe zalicza się do grupy uprawy roślin energetycznych. Aktualnie nie ma ogólnokrajowej oceny jakościowej drewna zrębowego. Przyjmując wyznaczoną długość drewna zrębowego należy przypomnieć, że szacunkowo ok. 1/3 zrębów posiada niejednolite pokrycie roślinami drzewiastymi lub nie posiada jej wcale. Pokrycie to może również składać się z niskich krzewów jak np. zręby krzewu herbacianego pochodzącego z rejonu krajobrazowego Vorgeest, dzięki czemu użyteczna część wyżej wspomnianych długości zrębów jest odpowiednio mniejsza. Odsetek zrębów bezdrzewnych lub wybrakowanych zazwyczaj wzrasta od wschodu do zachodu. Teoretycznie wyobczeniowa wycinka zrębów (uśredniana co 12 lat) mogłaby zebrać k.. 3 800 km zrębów rocznie. Przy szacowanej wydajności od 100 m³ do 200 m³ zrębków drzewnych o długości powyżej 1 km, każdego roku na terenie całego kraju można było zebrać ok. 380.000-760.000 m³ drewna

zrębowego. Średnia wartość opałowa zrębków drzewnych wynosi 10 MJ/kg. W rezultacie potencjał energetyczny wynosi od 1,3 do 2,7 PJ/a, uśredniony z poziomu nieco poniżej 2 PJ/a.

Słoma

Teoretyczne ogólnokrajowe potencjały energetyczne słomy wyliczane są z plonu ziarna pomnożonego przez średni stosunek ziarna do słomy. Obecnie dostęp nenie ma dostępnych dotyczące badań dotyczące zużycia materiału energetycznego lub materiałowego przez słomę w kraju związkowym Szlezwik-Holsztyn. Część zebranej tu słomy jest eksportowana do Danii w celach grzewczych.

Słoma jest ważnym czynnikiem pełniący rolę jako organiczny nawóz do reprodukcji próchnicy. Dlatego pełne wykorzystanie jej do produkcji energii nie powinno mieć miejsca ze względu na żyzność gleby. Biorąc pod uwagę rosnącą uprawę kukurydzy na kiszonkę oraz klimat atlantycki o zwiększonej degradacji próchnicy, nie więcej niż 25% słomy powinno być wykorzystywane jako surowiec odnawialny. W klasycznych obszarach uprawy zbóż w Szlezwiku-Holsztynie, gdzie bilans próchnicy jest wyraźnie dodatni, większe ilości słomy można usunąć w sposób zrównoważony. Wówczas potencjał słomy jest odpowiednio wysoki (patrz wyniki wspólnego projektu "Podstawowe informacje na temat zrównoważonego wykorzystania pozostałości rolnych do produkcji bioenergii", Niemieckie Centrum Badań nad Biomasa (DBFZ) 2011).

Zakładając, że jedna czwarta zysku energetycznego ze słomy jest wykorzystywana do wytwarzania energii, potencjał energii pierwotnej wynosi wtedy 13,6 PJ (18,1 PJ przy 33% wykorzystaniu). W ten sposób energetyczne wykorzystanie słomy może stanowić niemały potencjał.

Gnojowica

Z fermentacji gnojowicy wynikają następujące potencjalne zyski energii:

- przewidywana liczba zwierząt przypadająca na gatunek zwierząt w roku 2020, a tym samym potencjalna produkcja gnojowicy
- procentowy udział gnojowicy przeznaczonej do produkcji biogazu
- wydajność związków metanu podczas fermentacji gnojowicy różnych zawiesin przypadająca na gatunki zwierząt

W 2020 r. spodziewany jest dalszy wzrost liczby zwierząt na terenie kraju związkowego Szlezwik-Holsztyn. W przypadku głównych gatunków zwierząt jak bydła, spodziewany jest znaczny wzrost liczby zwierząt, w szczególności w ze odniesieniu do udziału procentowego mleka. Trend ostatnich lat spowodował również wzrost liczby trzody chlewnej oraz drobiu o ok. 10%.

ÜbersetzerIn Nr. 13

Składowiska drewna

Tylko około 10% obszaru Schleswig-Holstein jest zalesione, dlatego też rozległa sieć ułożonych w stos drzew po ścinie ma szczególne znaczenie nie tylko z ekologicznego punktu widzenia, ale także jako dostawca drewna energetycznego. Około 68.000 km składowanego w ten sposób drzewa tworzy krajobraz pomiędzy Morzem Północnym i Bałtyckim. Pierwotnie to układanie ściętych drzew na stosie miało za zadanie "ochronę zwierząt gospodarskich i pól oraz zaopatrzenie w drewno opałowe na własne potrzeby". Dziś takie działania mają na celu ochronę przyrody i klimatu. **Drzewne stosy** w Szlezwiku-Holsztynie są zatem chronione prawem. Zakłada się, że do 2020 r. sytuacji sytuacja ta się nie zmieni.

W tym scenariuszu **składowane drzewa** przyporządkowuje się do uprawy roślin energetycznych. Obecnie Niemcy nie dysponują danymi odnośnie jakości drewna pochodzącego ze składowisk w skali ogólnokrajowej. W przypadku podanej całkowitej długości tego typu formacji roślinnych należy wziąć pod uwagę, że około jedną trzecią rosnących w ten sposób drzew roślinność porasta niejednolicie lub wcale, albo że pnie drzewa porastają niskie krzewy(np. knyki krzewu herbacianego z płaskowyżu Vorgeest w północnej części Niemiec). Te czynniki powodują, że przydatność składowanych drzew odpowiednio spada. Odsetek tego typu formacji roślinnych bez części zdrewniałych lub z uszkodzeniami pnia zazwyczaj wzrasta od wschodu do zachodu. Teoretycznie w trakcie cyklu życia takich drzew (średnio 12 lat) możnaby stworzyć około 3 800 km rocznie takich formacji. Zakładając, że 1km drzew rosnących na stosie można wyprodukować od 100 m³ do 200 m³ zrębki drzewnej, można by teoretycznie w ciągu roku zebrać w skali ogólnokrajowej między 380.000 a 760.000 m³ drzewa nadającego się do składowania na stosie.

Średnia wartość opałowa zrębków drzewnych wynosi 10 MJ/kg. W rezultacie potencjał energetyczny wynosi od 1,3 do 2,7 PJ/a, uśredniony z poziomu nieco poniżej 2 PJ/a.

Słoma

Teoretyczne potencjał niemieckiej słomy mnożąc ziarna z plonu przez średni stosunek ziarna do słomy. Obecnie Szlezwik-Holsztyn nie dysponuje badaniami na temat energetycznego i materiałowego wykorzystania słomy. Część zebranej tu słomy jest eksportowana do Danii na opał.

Słoma jako organiczny nawóz jest ważnym czynnikiem rozmnażania procesie tworzenia się próchnicy, dlatego jej pełne wykorzystanie do produkcji nie powinno mieć miejsca ze względu na żyzność gleby. Biorąc pod uwagę rosnącą uprawę kukurydzy kiszonkowej oraz klimat atlantycki o zwiększonej degradacji próchnicy, nie więcej niż 25% słomy powinno być wykorzystywane jako surowiec odnawialny. W tradycyjnych obszarach uprawy zbóż w Szlezwiku-Holsztynie, gdzie bilans próchnicy jest wyraźnie dodatni, można ilość słomy zrównoważony zredukować na dłuższy czas. ponieważ wydajność słomy jest tu odpowiednio wysoka (patrz wyniki wspólnego projektu "Podstawowe informacje na temat zrównoważonego wykorzystania pozostałości rolnych do produkcji bioenergii", DBFZ 2011).

Zakładając, że jedna czwarta zbiorów słomy jest wykorzystywana do wytwarzania energii, potencjał energii pierwotnej wynosi 13,6 PJ (18,1 PJ przy 33% wykorzystaniu). Tym samym energetyczne wykorzystanie słomy posiada całkiem pokaźny potencjał.

Gnojowica

Potencjał energetyczny z fermentacji gnojowicy wynika z:

- przewidywanej liczba zwierząt na gatunek zwierząt na rok 2020, a tym samym potencjalnej produkcji obornika
- Procentowego udziału gnojowicy przeznaczonej do produkcji biogazu
- Wydajności metanu podczas fermentacji gnojowicy różnych zawiesin w podziale na gatunki zwierząt

W 2020 r. spodziewany jest dalszy wzrost liczby zwierząt w Szlezwiku-Holsztynie. W przypadku głównych gatunków zwierząt, a więc bydła, spodziewany jest znaczny wzrost liczby

zwierząt, w szczególności w związku ze zniesieniem kwoty mlecznej. Trend ostatnich lat spowodował również wzrost liczby trzody chlewnej i drobiu o ok. 10 procent.

ÜbersetzerIn Nr. 14

Drewno z żywopłotów

Tylko około 10% obszaru kraju związkowego Szlezwiku-Holsztynu jest zalesione, dlatego też rozległa sieć żywopłotów (które w tym regionie nazywa się „Knicksami”) ma szczególne znaczenie nie tylko z ekologicznego punktu widzenia, ale także jako dostawca drewna energetycznego. Około 68 000 km żywopłotów rozciąga się przez krajobraz pomiędzy Morzem Północnym a Bałtyckim. Pierwotne zastosowanie żywopłotów to „ochrona bydła i pól oraz zaopatrzenie w drewno opałowe na własne potrzeby”. Dziś nacisk kładzie się na ochronę przyrody i klimatu. Dlatego żywopłoty w Szlezwiku-Holsztynie są prawnie chronione. Zakłada się zatem, że do 2020 r. nie nastąpią istotne zmiany obecnej sytuacji.

W tej sytuacji żywopłoty są uprawiane jako rośliny energetyczne. Obecnie nie ma badań jakościowych tych żywopłotów, która obejmowałaby teren całego kraju związkowego. W odniesieniu do ich całkowitej wyznaczonej długości należy zwrócić uwagę na fakt, że szacuje się, iż około jedna trzecia Knicksów ma jedynie niejednorodną roślinność lub nie ma jej wcale, albo że składają się na nią nisko rosnące krzewy (np. żywopłoty z krzewów herbacianych w regionie Vorgeest w Szlezwiku-Holsztynie), tak że użytkowa część wspomianej długości żywopłotów jest odpowiednio mniejsza. Odsetek żywopłotów niezarośniętej lub porośniętej niejednorodnie na ogół wzrasta ze wschodu na zachód. Teoretycznie, biorąc pod uwagę trwałość życia żywopłotów (wynosząca średnio 12 lat), mogłyby one rocznie przynieść plon wynoszący około 3 800 km³. Przy szacunkowej wydajności od 100 m³ do 200 m³ zrębków na 1 km żywopłotu, każdego roku na terenie całego kraju związkowego można było zebrać około 380 000-760 000 m³ drewna. Średnia wartość opałowa zrębków drzewnych wynosi 10 MJ/kg. W rezultacie potencjał energetyczny wynosi od 1,3 do 2,7 PJ/a, średnio blisko 2 PJ/a.

Słoma

Teoretyczny potencjał słomy dotyczący całego kraju związkowego wynika z plonu ziarna pomnożonego przez średni stosunek ziarna do słomy. Obecnie nie prowadzi się żadnych badań

dotyczące zużycia energii lub materiału w Szlezwiku-Holsztynie. Część zebranej tu słomy jest eksportowana do Danii w celach grzewczych.

Słoma jest ważnym czynnikiem jako nawóz organiczny do reprodukcji próchnicy, dlatego ze względu na żyzność gleby pełne wykorzystanie jej do produkcji nie powinno mieć miejsca. Biorąc przy tym pod uwagę rosnącą uprawę kukurydzy na kiszonkę oraz klimat atlantycki o zwiększonej degradacji próchnicy, nie więcej niż 25% słomy powinno być wykorzystywane jako surowiec odnawialny. W obszarach uprawy tradycyjnych zbóż w Szlezwiku-Holsztynie, gdzie bilans próchnicy jest wyraźnie dodatni, można pozyskać większe ilości słomy zgodnie z ideą zrównoważonego rozwoju, gdyż potencjał słomy jest w tych miejscach odpowiednio wysoki (patrz: wyniki założeń stowarzyszenia „Podstawowe informacje na temat zrównoważonego wykorzystania pozostałości rolnych do produkcji bioenergii”, DBFZ 2011).

Zakładając, że jedna czwarta zbioru słomy jest wykorzystywana do wytwarzania energii, potencjał energii pierwotnej wynosi 13,6 PJ (18,1 PJ przy wykorzystaniu 33% słomy). W ten sposób energetyczne wykorzystanie słomy może stanowić niemały potencjał.

Gnojowica

Potencjalne pozyskanie energii z fermentacji gnojowicy wynika z:

- przewidywanej liczby zwierząt na gatunek na rok 2020, a tym samym potencjalna produkcja obornika
- procentowego udziału gnojowicy przeznaczonej do produkcji biogazu
- pozyskiwaniu metanu z fermentacji z różnych rodzajów gnojowicy zależnie od gatunków zwierząt

W 2020 r. w Szlezwiku-Holsztynie spodziewany jest dalszy wzrost liczby zwierząt. W przypadku bydła, które hoduje się tu przede wszystkim, w związku ze zniesieniem kwoty mlecznej szczególnie spodziewany jest znaczny wzrost liczby zwierząt. Ten trend z ostatnich lat widoczny jest także przy wzroście liczby trzody chlewnej i drobiu o ok. 10 procent.

ÜbersetzerIn Nr. 15

Drewno żywoplotowe

Tylko około 10% obszaru niemieckiego kraju związkowego Szlezwik-Holsztyn jest zalesione, dlatego też rozległa sieć żywoplotów pełni znaczącą rolę nie tylko z ekologicznego punktu widzenia, ale także jako dostawca drewna energetycznego. Około 68 000 km żywoplotów tworzy krajobraz pomiędzy Morzem Północnym i Bałtyckim. Pierwotnie zadaniem żywoplotów była "ochrona zwierząt gospodarskich i pól oraz zaopatrzenie w drewno opałowe na własne potrzeby". Dziś pełnią one ważniejszą rolę w ochronie przyrody i klimatu. Z tego względu żywoploty w Szlezwiku-Holsztynie znajdują się pod ochroną prawną. Zakłada się przy tym, że obecna sytuacja nie ulegnie do 2020 r. znaczącej zmianie.

W tym przypadku żywoploty służą do uprawy roślin energetycznych. Obecnie nie istnieje obowiązująca w całych Niemczech jakościowa klasyfikacja żywoplotów. Biorąc pod uwagę całkowitą długość żywoplotów, należy pamiętać, że szacuje się, iż około ich jedna trzecia jest zadrzewiona słabo albo w ogóle, lub składają się na nie krzewy (np. tawuła ożankolistna z Vorgeest), w związku z czym odpowiednio mniejsza część wyżej wymienionej długości żywoplotu nadaje się do użycia. Zasadniczo liczba pozbawionych drzew lub słabo zadrzewionych żywoplotów wzrasta w kierunku zachodnim. Teoretycznie z powodu wymiany żywoplotów (średnio co 12 lat) rocznie można by pozyskiwać surowce z około 3800 km żywoplotów. Przy szacunkowej wydajności od 100 m³ do 200 m³ wiórów drzewnych z kilometra żywoplotu każdego roku w całych Niemczech można by zebrać między około 380.000 a 760.000 m³ drewna. Średnia wartość opałowa zrębków drzewnych wynosi średnio 10 MJ/kg. W rezultacie potencjał energetyczny drewna z żywoplotów wynosi od 1,3 do 2,7 PJ/a, po uśrednieniu nieco poniżej 2 PJ/a.

Słoma

Teoretyczny ogólnokrajowy potencjał słomy oblicza się, mnożąc plony przez średni stosunek ziarna do słomy. Obecnie nie są dostępne żadne badania dotyczące wykorzystania słomy na energię lub materiały w Szlezwiku-Holsztynie. Część zebranej w tym kraju związkowym słomy jest eksportowana do Danii w celach grzewczych.

Słoma jest ważnym czynnikiem funkcjonującym jako organiczny nawóz do rozmnażania próchnicy, dlatego ze względu na żyzność gleby nie powinno się wykorzystywać jej w pełni do

celów produkcyjnych. Biorąc pod uwagę rosnące uprawy kukurydzy na kiszonkę oraz klimat atlantycki o zwiększonej degradacji próchnicy, nie więcej niż 25% słomy powinno być wykorzystywane jako surowiec odnawialny. W tradycyjnych obszarach uprawy zbóż w Szlezwiku-Holsztynie, gdzie bilans próchnicy jest wyraźnie dodatni, większe ilości słomy można usunąć w sposób zrównoważony, jako że potencjał słomy jest odpowiednio wysoki (zob. wyniki wspólnego projektu "Podstawowe informacje na temat zrównoważonego wykorzystania pozostałości rolnych do produkcji bioenergii", DBFZ (Niemieckie Centrum Badania Biomasy) 2011).

Zakładając, że jedna czwarta pozyskiwanej słomy jest wykorzystywana do wytwarzania energii, potencjał energii pierwotnej wynosi 13,6 PJ (18,1 PJ przy 33% wykorzystaniu). Z tego względu energetyczne wykorzystanie słomy może mieć całkiem istotny potencjał.

Gnojówka

Na potencjalny poziom energii pozyskiwanej z fermentacji gnojówki składają się:

- przewidywana liczba zwierząt w zależności od gatunku na rok 2020, a tym samym potencjalna produkcja obornika
- Ilość gnojówki przeznaczona do produkcji biogazu
- Ilość pozyskiwanego metanu podczas fermentacji gnojówki w zależności od gatunku zwierzęcia

W 2020 r. spodziewany jest dalszy wzrost liczby zwierząt w Szlezwiku-Holsztynie. Zwłaszcza w przypadku głównego gatunku - bydła - spodziewany jest znaczny wzrost liczby zwierząt w związku ze zniesieniem kwoty mlecznej. Także trzoda chlewna i drób zgodnie z tendencją z ostatnich lat zanotują wzrost ilości zwierząt o ok. 10 procent.

MANUELL ÜBERSETZTE TEXTE

ÜbersetzerIn Nr. 1

Turbiny wiatrowe bez przekładni

Siła wyporu jest kierowana bezpośrednio z łopat wirnika do generatora bez zmian przekładni. Oznacza to, że liczba obrotu wirnika oraz genratowa są równe ($6 \text{ do } 30 \text{ min}^{-1}$) Aby więc osiągnąć wymanagne napięcie 690 Volt oraz Netzfrequenz 50 Hertzów, generator mus być odpowiednio umieszczony w średnicy. Trudność polega na tym, aby znaleźć pasujący generator. Producenci tego rodzaju budowy używają, dlatego skonstruowanych przez siebie generatorów – np. 7,7 megawatowa maszyna firmy Enercon ma generator z ok. 12 metrową średnicą.

Elementy składowe

1. Fundament

Fundament utrzymuje cały ciężar wiatraka i dodatkowo musi wytrzymać momenty dynamiczne oraz wahania wieży związane z fukncjowaniem wiatraka a także siłę wiatru.

Zwykle fundamenty tworzy się z zbrojonego stalą betonu. Wykonywany w kształcie koła, wieloboku lub krzyża. N terenach, których podłoże nie spełnia warunków (Bagno, piasek) zaleca się Pfahlgründung. Najczęściej wylewanie fundamentów nie należy do zadań dostawcy turbiny wiatrowej, lecz zlecane jest miejscowemu przedsiębiorstwu budowlanemu. Dlatego, że materiał beton znosi siłę nacisku, ale nie rozciągania, to sposób wykonania zbrojenia decyduje o tym, czy podstawa przetrzyma wyliczony czas użytkowania czy już po kilku latach będzie nadawać się do naprawy. O ile dostępny plan zbrojenia dostarcza wykonwacy informacji o ilości i rozmieszczeniu zborjenia stalowego.

Istnieją dwa warianty podłączenia wieży do fnkamentu: Przyłączenie za pomocą sprężonego Ankerkorb i połączenie kołnieżowe stalowej wieży wylanym na beton elementem składowym fundamentu.

2. Wieża

Najczęściej gondole turbiny wiatrowej nakładane na wieżę stalową składają się z kilku cylindrowych segmentów albo mają konstrukcje szkieletową (słupy kratowe)

Aby móc wykorzystać energię wiatrową w rejonach o słabych wiatrach producenci turbin wiatrowych są do zwiększenia wysokości wieży. Do niedawna rekordową wysokością był 140 do 160 metrów zarezerwowane dla słupów kratowych. W roku 2016 pojawiła się na rynku nowa koncepcja wież hybrydowych. Wieża hybrydowa składa się w dolnej części z betonu wylekowego albo gotowych części betonowych a w górnej z tradycyjnych elementów stalowych. Takie rozwiązanie ma kilka zalet:

- Przy wielowatowych turbinach o dużych mocach rozwiązanie hybrydowe jest korzystniejsze cenowo niż wieżę z rur stalowych, betonu czy konstrukcji szkieletowych
- Z punktu widzenia logistyki ten wariant wieży ma też inne zalety, gdyż wysokość wieży nie stanowi przeszkód w jej transporcie. W przypadku wieży powyżej 100 metrów średnica dolnej sekcji rurowej przekracza 4 metry przekraczając w ten sposób dopuszczalną wysokość na przyczepie niskopodwoziowej.

Od czerwca 2016 firma Nordex stawia najwyższe na świecie turbiny wiatrowe o łącznej wysokości 230 metrów. Turbina hybrydowa N131/3300 składa się z 100-metrowej betonowej rury i dwóch segmentów z rury stalowej – co łącznie daje na 164 metrową wieżę.

Ogólnie obowiązuje, że należy przeprowadzić analizę bezpieczeństwa dla fundamentu oraz wieży turbin wiatrowych (wiatrów wiejących do brzegu) zgodnie z wytycznymi dla turbin wiatrowych

ÜbersetzerIn Nr. 2

Turbiny wiatrowe bez napędu

Siła wyporu z łopat wirnika prowadzona jest bezpośrednio do generatora bez zastosowania głowicy sprzęgającej silnika wiatraka. Oznacza to, że liczba obrotów łopat oraz generatora (6 do 30 min^{-1}) jest taka sama. W celu odpowiedniego uzyskania napięcia tj. 690 V oraz częstotliwości sieci 50 Hz, należy użyć generatora, który będzie odpowiednio wymierzony w średnicy. Problem polega jednak na tym, aby taki generator znaleźć. Dlatego producenci takich

konstrukcji wykorzystują własne skonstruowane generatory np. maszyna o mocy 7, 6 MW zbudowana przez firmę Enercon posiada generator o średnicy ok. 12 metrów.

Elementy konstrukcji

1. Fundament turbiny wiatrowej

Fundament turbiny wiatrowej utrzymuje całkowity ciężar wiatraka. Dodatkowo, musi być odporna na dynamiczne momenty pochodzące z drgań wieży turbiny oraz z naporów wiatru.

Zwykle płaski fundament turbiny skonstruowany jest z betonu zbrojonego wyprodukowanego ze stali, który może występować w formie Koa, wielokątu czy krzyża. Na obszarach, gdzie podłoże nie spełnia wymagań (bagny, piasek), w grunt wbijane są pale. Roboty budowlane fundamentów nie leżą obecnie w zakresie usług producentów turbin wiatrowych, lecz firm budowlanych. Ponieważ materiał budowlany jak beton może jedynie wytrzymać działania sił zgniatających, ale nie rozciągających, wówczas to wykonanie zbrojenia decyduje o tym, czy cokolwiek osiągnie odpowiednią żywotność czy już po paru latach trzeba będzie go wymienić. O ile zostanie przekazany plan wykonania zbrojenia producentowi zawierający informacje na temat ilości oraz układu zbrojenia.

W celu połączenia fundamentu z wieżą turbiny wiatrowej istnieją dwie możliwości. Pierwsza możliwość to połączenie tych elementów za pomocą znajdującego się pod napięciem kosza zbrojonego. Druga możliwość to natomiast połączenie za pomocą przymocowania stalowej wieży do znajdującego się w betonie fundamentu wewnętrznego.

2. Wieża

Zazwyczaj gondole turbin wiatrowych są osadzone na wieżach stalowych, które albo składają się z wielu cylindrycznych segmentów lub wykonane są z kratownicy (masztu kratowanego). Różni producenci budują jednakże wieże z betonu, które są wznoszone na miejscu za pomocą desek ślizgowych.

Aby w regionach o słabej prędkości wiatru można by było wykorzystać energię wiatrową w sposób ekonomiczny, producenci wiatraków dążą do konstruowania coraz to wyższych wież. Niedawno rekord wynosił 140-160m przy wykorzystaniu jedynie kratownicy. Od ok. 2006 roku na rynek turbin wszedł pomysł produkcji turbin hybrydowych. Wieża hybrydowa składa się w dolnej części z miejscowego betonu oraz z gotowych części betonu, a w części górnej z konwencjonalnych elementów stalowych. Niesie to za sobą wiele zalet:

- przy sieciach o natężeniu MMW z ogromną piastą, wieże hybrydowe są korzystniejsze cenowo niż te wykonane ze stali, betonu czy kratownicy

- z punktu widzenia logistycznego rodzaj takiej wieży posiada więcej zalet, ponieważ ograniczenia wielkości przy pojazdach transportowych nie gra żadnej roli. Przy wysokości wieży od 100m średnica najniższej sekcji rur przy wieży wykonanej z rur stalowych wzrasta zdecydowanie o 4 metry, a przy tym przekracza ona dopuszczalną całkowitą wysokość przyczepy.

Od czerwca 2016 roku firma Nordex znajduje się na pierwszym miejscu wraz z 230 metrową wieżą turbiny wiatrowej. Hubrydowa wieża N131/3300 składa się z 100m betonowej wieży oraz dwóch stalowych segmentów. W sumie wynosi ona 164m.

Ogólnie istnieją zasady bezpieczeństwa dla produkcji fundamentów oraz wież na terenach Onshore zasilające energią wiatrową. Zasady te ustalone zostały przez Niemiecki Instytut Budowy (IDIBt). Ponadto, oprócz znaczących narażeń dla wiatraków jak napór wiatru, trzęsień ziemi czy innych kombinacji obciążeń w szczególności różnych warunków wynikających z trybu pracy oraz narzędzi pracy czy ich wymiarów należy wziąć pod uwagę.

ÜbersetzerIn Nr. 3

Bezprzekładniowe turbiny wiatrowe

Impuls z łopat wirnika jest kierowany bezpośrednio do generatora bez konieczności stosowania przekładni. Oznacza to, że liczba obrotów łopat i generatora ($6 \text{ do } 30 \text{ min}^{-1}$) są sobie równe. Jednak aby otrzymać wymagane napięcie w wysokości 690 woltów i częstotliwość sieci wynoszącą 50 hertzów generator musi mieć odpowiednie wymiary. Największym problemem jest znalezienie odpowiedniego generatora takich rozmiarów. Dlatego też producenci turbin wiatrowych wykorzystują do ich budowy generatory własnej produkcji – 7,6 megawatowa maszyna firmy Enercon jest wyposażona przykładowo w generator o średnicy ok. 12 metrów.

Elementy budowy

1 Fundament

Fundament podtrzymuje całkowitą wagę turbiny wiatrowej oraz musi być w stanie przyjąć dynamiczne momenty spowodowane przez drganie wieży oraz napór wiatru.

Normalnie wylewany jest płytki fundament ze zbrojonego betonu. Podstawa może mieć kształt koła, wielokąta lub krzyża. Na obszarach, gdzie podłoże nie odpowiada wymaganiom (bagny, piasek) zaleca się stosowanie fundamentów palowych. Często wylewaniem fundamentu pod turbinę wiatrową zajmuje się nie jej producent, ale lokalna firma budowlana. Jako że beton jako

materiał budowlany jest w stanie przyjąć tylko siłę zgniatającą, a nie siłę pociągową, rodzaj uzbrojenia decyduje o tym, czy cokolwiek będzie w stanie osiągnąć wyliczoną długość funkcjonowania całej turbiny czy już po kilku latach konieczny będzie remont. O ile dostępny, plan zbrojenia betonu producenta jest źródłem informacji o ilości oraz o rozkładzie stali zbrojeniowej.

Istnieją dwie możliwości połączenia wieży z fundamentem. Te dwa elementy mogą zostać połączone za pomocą kosza zbrojeniowego lub przez nabicie stalowej wieży na wylaną stalową część fundamentu.

2 Wieża

Normalnie gondole turbin wiatrowych są nakładane na stalowe wieże, które składają się z wielu cylindrycznych segmentów lub są konstrukcją kratownicową (maszt kratownicowy). Niektórzy producenci budują również betonowe wieże, które są stawiane na miejscu (deski ślizgowe).

Aby generować energię również w rejonach o słabych wiatrach producenci starają się budować jak najwyższe wieże. Do niedawna rekordy wysokości wynoszące od 140 do 160 metrów należały do masztów kratownicowych. Od ok 2006 r. wraz z wieżami hybrydowymi na rynku pojawiła się nowa koncepcja budowy turbin wiatrowych. Wieża hybrydowa składa się w dolnej części z masy betonowej przygotowywanej na miejscu lub z gotowych elementów betonowych, a w górnej z tradycyjnych elementów stalowych. Taka konstrukcja wieży niesie ze sobą wiele zalet:

- przy multimegawatowych turbinach wiatrowych ze znaczną wysokością boczną rozwiązania hybrydowe są dużo tańsze niż stosowanie wież stalowych, betonowych czy ryglowych.
- z logistycznego punktu widzenia takie wieże mają dodatkowe zalety, jako że ograniczenie wysokości w trakcie transportu nie gra w tym przypadku roli. Przy wysokości powyżej 100 metrów w wypadku wież średnica dolnej części wieży przekracza znacznie cztery metry i tym samym przekracza dozwoloną wysokość całkowitą dopuszczoną na przyczepie niskopodwoziowej.

Od czerwca 2016 r. firma Nordex produkuje najwyższe turbiny wiatrowe których, całkowita wysokość wynosi 230 metrów. Wieża hybrydowa N131/3300 składa się ze 100 metrowej wieży oraz dwóch stalowych – tym samym całkowita wysokość wynosi 164 metry.

Generalnie za normę weryfikacji bezpieczeństwa dla fundamentu oraz wieży turbin wiatrowych znajdujących się na lądzie uznaje się „Wytyczne dotyczące turbin wiatrowych” wydane przez niemiecki instytut techniki budowlanej (DIBt). Ponadto oprócz kluczowych wpływów takich

jak obciążenie wiatru, trzęsienie ziemi oraz połączenie obciążeń, należy zwrócić uwagę stan użytkowania oraz materiały jak również wymiary poszczególnych części turbiny.

ÜbersetzerIn Nr. 4

Beznapędowe turbiny wiatrowe

Siła pochodząca od łopat wirnika jest kierowana bezpośrednio do generatora bez konieczności przyłączenia napędu. Oznacza to, że liczba obrotów wirnika i generatora (od 6 do 30 min^{-1}) jest taka sama. Jednak aby osiągnąć wymagane napięcie 690 V oraz częstotliwość prądu w sieci równą 50 Hz, średnica generatora musi mieć odpowiedni wymiar. Trudno jednak w ogóle znaleźć pasujący generator. Dlatego producenci takich budowli używają skonstruowanych na własne potrzeby generatorów, np. urządzenie marki Enercon o mocy 7,6 MW posiada generator o średnicy około 12 m.

Elementy konstrukcyjne

1. Fundament

Fundament utrzymuje całkowity ciężar turbiny wiatrowej, a ponadto musi być w stanie zamortyzować momenty reakcji dynamicznej spowodowanej wahaniami wieży i siłą wiatru.

Zazwyczaj płytkie fundamenty wykonane są ze zbrojonego betonu i położone na planie koła, siedmiokąta lub krzyża. Na terenie, na którym podłoże nie spełnia określonych wymagań (podłoża bagniste, piaszczyste), zaleca się stawianie fundamentów palowych. Często budowa fundamentów nie leży w kompetencji producenta turbin wiatrowych i jest powierzana lokalnym przedsiębiorstwom budowlanym. Ponieważ materiał budowlany jakim jest beton może wytrzymać jedynie siłę nacisku a nie siłę ciągu, wykonanie uzbrojenia decyduje o tym, czy cokolwiek wytrzyma szacowany czas eksploatacji turbiny, czy też po kilku latach będzie wymagał renowacji. O ile to konieczne informacje dotyczące ilości i rozkładu zbrojenia zawarte są w planie zbrojenia dostarczonym przez producenta. Występują dwa warianty mocowania wieży do fundamentu: za pomocą sprężonego zespołu kotwiącego oraz przymocowanie kołnierza wieży stalowej do zatopionej w betonie części fundamentu (FET).

2. Wieża

Gondole są zazwyczaj montowane na stalowych wieżach, które składają się z kilku cylindrycznych elementów albo zostały wykonane z kratownicy (maszty kratowe). Różni producenci wytwarzają także wieże betonowe, które mogą zostać złożone i postawione na miejscu (deskowanie ślizgowe).

Producenci turbin dążą do konstruowania jak najwyższych wież, by umożliwić przemysłowe wykorzystanie energii wiatrowej także w regionach, gdzie wiatry są słabe. Do niedawna rekordy wysokości od 140 do 160 m były zastrzeżone jedynie dla masztów kratowych. Od około 2006 r. na rynku pojawiają się nowe hybrydowe wieże. Dolna część wieży hybrydowej składa się z betonu przygotowywanego na miejscu budowy lub z gotowych części betonowych, a górna z konwencjonalnych stalowych elementów. Ma to wiele zalet:

- Przy konstrukcjach wielomegawatowych z piastami na dużej wysokości wieże hybrydowe są korzystniejsze cenowo niż wieże ze stali, betonu lub kratownicy.
- Z logistycznego punktu widzenia ten wariant wieży ma też dodatkowe zalety, ponieważ ograniczenia wysokości podczas transportu nie mają żadnego znaczenia. W przypadku wieży o wysokości od 100 m wykonanej ze stalowych rur średnia najniższych sekcji znacznie przewyższa 4 m i przekracza tym samym dostępną łączną wysokość przyczepy niskopodwoziowej.

Od czerwca 2016 r. Nordex buduje najwyższe na świecie turbiny wiatrowe o łącznej wysokości 230 m. Hybrydowa wieża N131/3300 składa się ze stumetrowej betonowej części i dwóch segmentów ze stalowych rur – łączna wysokość wynosi 164 m.

Analizę bezpieczeństwa dla fundamentu i wieży turbiny wiatrowej typu onshore należy przeprowadzić zgodnie z ogólnie obowiązującymi wytycznymi dot. turbin wiatrowych Niemieckiego Instytutu Techniki Budowlanej (DIBt).

Należy wziąć przy tym pod uwagę nie tylko decydujące czynniki, takie jak siła wiatru, trzęsienia ziemi i kombinacje obciążeń, ale także w szczególności różne okoliczności, w jakich będzie eksploatowana turbina, wykorzystane do budowy surowce, jak również gabaryty poszczególnych części turbiny.

ÜbersetzerIn Nr. 5

Turbiny wiatrowe bez użycia napędu

Siła wyporu pochodząca z łopat wirnika zostanie poprowadzona bez głowicy sprzęgającej prosto do generatora. Oznacza to, że prędkość obrotowa łopat oraz generatora (6 bis 30 min^{-1}) jest taka sama. Aby uzyskać wymagane napięcie 690V oraz siłę częstotliwości 50Hz turbiny wiatrowej, średnica generatora musi być odpowiednio duża. Problem polega na tym, aby znaleźć odpowiadający wymiarom generator. Producent takiego rodzaju konstrukcji wykorzystuje wówczas swoje własne skonstruowane generatory – maszyna o sile 7,6 MW firmy Enercon ma np. generator o średnicy ok. 12 metrów.

Elementy budowy turbiny wiatrowej

1. Fundament

Fundament utrzymuje cały ciężar turbiny wiatrowej, gdzie dodatkowo musi być odporny na dynamiczne momenty, powstające z drgań słupa oraz obciążeń wiatrowych.

Zazwyczaj płytki fundament budowany jest z zbrojonego betonu. Istnieją fundamenty o okrągłym oraz krzyżowym kształcie, ale również o kształcie wielokąta. Na obszarach, gdzie podłoże nie spełnia wymogów (bagno, piasek), zalecana jest budowa palu fundamentowego. Często roboty budowlane fundamentu nie należą do zakresów dostawcy producenta turbin wiatrowych, lecz jest ona zlecana lokalnemu przedsiębiorstwu budowlanemu. Ponieważ materiał budowlany, czyli beton jest odporny na działania sił nacisku, ale nie na siły ciągnące, to wówczas sposób wykonania zbrojenia betonowego decyduje, czy cokolwiek uzyska wyliczoną żywotność urządzenia czy już za kilka lat urządzenie to trzeba będzie naprawić. O ile jest dostępny plan zbrojenia betonu producenta oraz informacje dotyczące ilości oraz wykonania zbrojeń.

Istnieją dwa sposoby, jak można połączyć fundament ze słupem turbiny wiatrowej: przyłączenie sprężonego kosza zbrojeniowego oraz obręczy stalowego słupa do stalowego elementu fundamentu zatopionego w betonie.

2. Słup

Zwykle gondole turbiny wiatrowej są umocowane na słupach stalowych, które składają się albo z większej liczby cylindrowych elementów bądź z wykonanej jako konstrukcji kratowanej tzw. maszty kratowego. Różni producenci budują jednak wciąż słupy betonowe, które mogą być wzniesione na miejscu (deskowanie ślizgowe).

Aby w krajach o słabej prędkości wiatru można było wykorzystywać energię wiatrową, producenci dążą do budowania wciąż to wyższych słupów. Niedawno rekord najwyższego słupa wynosił od 140 do 160 m bez zastosowania masztu kratowego. Od ok. roku 2006 wraz z powstaniem słupów hybrydowych przyszła nowa idea. Słup hybrydowy powstaje w dolnej części z masy betonowej przygotowanej na miejscu budowy lub z gotowych części betonu oraz w górnej części z konwencjonalnych elementów stalowych. To daje więcej możliwości:

- Rozwiązania hybrydowe przy urządzeniach o sile MMW z większymi piastami są korzystniejsze cenowo niż słupy zbudowane ze stali, betonu czy konstrukcji kratowanej
- Z punktu widzenia logistycznego takie rodzaje słupów mają więcej zalet, ponieważ ograniczenia wysokościowe przy drogach transportowych nie grają żadnej roli. Przy słupie o wysokości 100m, średnica przy słupach stalowych o najniższym punkcie położenia sekcji rur zwiększa się o 4m oraz przekracza dopuszczalną wysokość całkowitą na przyczepie niskopodwoziowej.

Od czerwca 2016 roku firma Nordex jest rekordzistą, jeśli chodzi o wysokość całkowitą turbiny wiatrowej, która wynosi 230m. Słup hybrydowy N131/3300 składa się ze 100m słupa betonowego oraz dwóch segmentów stalowych – łączna wysokość wówczas wynosi 164m.

Ogólnie obowiązuje dokumentacja o bezpieczeństwie dla fundamentu oraz słupa zasilanych energią wiatrowej według „zasad dla turbin wiatrowych” utworzonych przez niemiecki Instytut ds. budowy technicznej (DIBt). Ponadto należy zwrócić odpowiednią uwagę na oddziaływanie obciążenia wiatrowego, trzęsień ziemi czy innych połączeń ładunków, w szczególności różnych stanów eksploatacyjnych oraz surowców.

ÜbersetzerIn Nr. 6

Turbiny wiatrowe bez skrzyni biegów

Siła wyporu uzyskana z łopat wirnika jest prowadzona bezpośrednio do generatora turbiny bez zastosowania głowicy sprzęgającej skrzyni biegów. Oznacza to, że prędkość obrotowa łopat oraz generatora, wynosząca od 6 do 30 min^{-1} , jest taka sama. Aby uzyskać wymagane napięcie 690 V oraz docelową częstotliwość systemu 50 Hz, generator musi być odpowiednio wymierzony w średnicy. Problem polega jednak na tym, aby znaleźć taki generator. Producenci takiego typu konstrukcyjnego wykorzystują własne zbudowane generatory – maszyna o mocy 7,6 MW firmy Enercon posiada generator o średnicy 12 m.

Części składowe turbiny wiatrowej

1. Fundament

Fundament utrzymuje całkowity ciężar turbiny wiatrowej. Ponadto, musi być w stanie odbierać dynamiczne momenty pochodzące z drgań wieży oraz naporów wiatru.

Zazwyczaj płaska powierzchnia zbudowana jest z metalowego żelbetonu. Powierzchnia ta może mieć kształt okrągły, wielokąta oraz krzyża. Na obszarach, gdzie podłoże nie spełnia wymagań (bagny, piasek), wbijane są pale. Obecnie roboty budowlane fundamentów nie leżą w zakresie producentów turbin wiatrowych, lecz są one zlecane miejscowym firmom budowlanym. Ponieważ materiał budowlany jak beton jedynie przyjmuje siły zgniatające a nie siły ciągnące, wówczas sposób wykonania zbrojenia turbiny decyduje o tym, czy cokolwiek fundamentu osiągnie wymagany okres żywotności, czy już po kilku latach trzeba będzie go wymienić. O ile plan wykonania zbrojenia jest dostępny producentowi jak i informacje o ilości i układzie zbrojenia.

W celu połączenia wieży turbiny z jej fundamentem istnieją dwie możliwości: połączenie za pomocą ze znajdującym się pod napięciem kosza zbrojeniowego czy połączenie wieży stalowej z zanurzonym w betonie części fundamentu wieży.

2. Wieża

Zazwyczaj gondola turbiny wiatrowej jest osadzona na wieży stalowej, która składa się zazwyczaj z wielu cylindrycznych elementów konstrukcji lub wykonywana jest jako kratownica (maszt kratowany). Różni producenci budują wieże betonowe, które wznoszone są na miejscu.

Aby w regionach o słabym wietrze w sposób ekonomiczny wykorzystać energię wiatrową, producenci turbin dążą do coraz to wyższych wież. Niedawno rekord wysokościowy wynoszący 140-160m zawierał jeszcze maszt kratowany. Od ok. 2006 roku istnieje pomysł wieży hybrydowej, która składa się z dolnego obszaru zbudowanego z masy betonowej produkowanej na miejscu czy z gotowych elementów betonowych, a w górnej części z konwencjonalnych metalowych elementów. To daje wiele korzyści:

- Przy urządzeniach o natężeniu multimegawat (MW) z wysoką piastą są takie wieże cenowo korzystniejsze niż te zbudowane ze stali, betonu czy kratownicy.
- Z logistycznego punktu widzenia taka wieża daje dodatkowe korzyści, ponieważ granica wysokości pojazdów transportowych nie gra tutaj żadnej roli. Przy wysokości wieży od 100m zwiększa się wielkość średnicy niższej sekcji rur przy stalowych wieżach o 4m i przekracza dopuszczalną wysokość na przyczepie.

Od czerwca 2016 roku firma Nordex stawia najwyższe turbiny wiatrowe, wynoszące 230m. Wieża hybrydowa N131/3300 składa się wówczas z 100m wieży betonowej i dwóch segmentów stalowych. W sumie ma ona 16m wysokości.

Ogólnie rzecz biorąc, takie turbiny należy konstruować według zasad bezpieczeństwa dla fundamentów oraz wież spisane przez Niemiecki instytut Techniki budowlanej (DIBt). Oprócz takich wpływów jak obciążenie wiatru, trzęsienia ziemi, kombinacje obciążeń, a w szczególności różne warunki budowlane i materiały również wymiary sprzętów należy wziąć pod uwagę.

ÜbersetzerIn Nr. 7

Bezprzekładniowe turbiny wiatrowe

Napęd z łopat wirnika turbiny wiatrowej działa bezpośrednio w generatorze bez zastosowania przekładni. Oznacza to, że prędkość obrotowa łopat jak i generatora tj. od 6 do 30 min^{-1} pozostaje taka sama. W celu uzyskania wymaganego napięcia elektrycznego 690 V oraz częstotliwości sieci zasilającej o mocy 50 Hz, generator turbiny wiatrowej musi być odpowiednich rozmiarów w średnicy. Trudność polega na tym, aby w ogóle znaleźć pasujący generator. Producenci takich konstrukcji wykorzystują z tego powodu własne zbudowane generatory – maszyna o mocy 7, 6 MW firmy Enercon ma przykładowo generator, który posiada 12 m w średnicy.

Elementy konstrukcji turbiny wiatrowej

1. Fundament

Fundament turbiny wiatrowej utrzymuje cały ciężar konstrukcji oraz musi dodatkowo wytrzymać dynamiczne momenty wytworzone przez drgania wieży oraz naporu wiatru.

Powszechnie płaska powierzchnia wykonywana jest z betonu zbrojonego. Powierzchnia ta może mieć kształt koła, wielokąta oraz krzyża. Na obszarach, gdzie podłoże nie spełnia wymogów (bagny, piasek) zalecane jest podłoże nabite palami. Często organizowanie robót budowlanych fundamentu nie należą do zadań producentów turbin wiatrowych, lecz do miejscowych firm budowlanych. Ponieważ materiały budowlane jak beton jedynie jest w stanie wytrzymać siły zgniatające a nie siły rozciągające, wykonanie zbrojenia konstrukcji decyduje o tym, czy cokolwiek fundament osiągnie zamierzaną żywotność urządzenia, czy już po paru latach trzeba będzie poddać ją renowacji. O ile istnieje plan konstrukcyjny zbrojenia producenta tj. informacje zawierające ilość oraz układ rozmieszczenia stalowego betonu zbrojeniowego.

Istnieją dwie możliwości, jak można połączyć wieżę do fundamentu. Pierwsza możliwość to połączenie wieży za pomocą sprzężonego kosza kotwiącego, a druga możliwość to połączenie za pomocą kołnierza salowej wieży na znajdującej się w betonie stalowej części konstrukcji fundamentu (FET).

2. Wieża

Ogólnie gondola turbiny wiatrowej jest zawieszona na stalowej wieży, która składa się z więcej segmentów cylindrycznych lub jest wykonana z konstrukcji kratownicy (maszt kratowany). Różni producenci budują jednak wieże betonowe, które stawiane są na miejscu (deskowanie ślizgowe).

Aby turbiny wiatrowe opłacały się ekonomicznie w regionach o słabym wietrze, producenci wiatraków stawiają coraz to wyższe wieże. Niedawno rekord wysokości wieży to 140-160m z masztem kratowanym. Od roku 2006 na rynku istnieje pomysł hybrydowych wież. Wieża hybrydowa budowana jest wówczas z masy betonowej przygotowanej na miejscu budowy, znajdującej się w dolnej części konstrukcji, a w górnej części konstrukcji z konwencjonalnych elementów stalowych. To przynosi wiele korzyści:

- Przy konstrukcjach o multimegawatowej mocy z wysokimi piastami są wieże hybrydowe korzystniejsze cenowo niż wieże z kratownicy, stali czy betonu
- Z punktu logistyki taki rodzaj wieży posiada dodatkowe zalety, ponieważ ograniczenie wysokości pojazdów transportowych nie gra tutaj żadnej roli. Przy wysokości wieży od 100 m średnica najniższej sekcji rur przy wieży stalowej wzrasta o 4m i przekracza wysokość dozwoloną na przyczepie pojazdu.

Od czerwca 2016 firma Nordex stawia najwyższe wieże na świecie, które mają po 230m. Wieża hybrydowa N131/3300 składa się wtedy z 100m wieży betonowej oraz dwóch stalowych segmentów – łączna wysokość to 164m.

Ogólnie należy przestrzegać zasady bezpieczeństwa dla fundamentów oraz wież w elektryce lądowej, które zostały stworzone przez Niemiecki Instytut Techniki Budowlanej (DIBt). Oprócz takich skutków jak naporu wiatru, trzęsień ziemi oraz innych kombinacji obciążeń, w szczególności różnych warunków wynikających z trybu pracy czy materiałów budowlanych, trzeba również wziąć pod uwagę wymiary konstrukcji.

ÜbersetzerIn Nr. 8

Elementy budowy

1. Podstawa turbiny

Fundament podtrzymuje całą wagę turbiny wiatrowej oraz musi być w stanie przyjąć drgania wywołane przez działanie turbiny oraz napór wiatru. Zwykle turbinę wiatrową stawia się na płytkim fundamencie ze zbrojonego betonu. Istnieją różne podstawy. Najczęściej stawia się turbiny na fundamencie wielobocznym, kolistym lub krzyżowym. W regionach, gdzie teren nie spełnia wymagań (bagna, piaski) należy zastosować fundament palowy. W większości przypadków tworzenie fundamentu pod turbinę wiatrową nie należy do zakresu pracy producenta takiej turbiny, ale jest zlecane lokalnym firmom budowlanym. Jako że beton jako materiał budowlany jest odporny na nacisk, ale nie jest w stanie przyjąć siły uciągu, rodzaj zastosowanego zbrojenia decyduje o tym, czy wyliczona żywotność cokołu turbiny wiatrowej zostanie osiągnięta, czy już po kilku latach konieczny będzie remont. Jeśli dostępny, plan zbrojenia producenta informuje o rodzaju i rozłożeniu zbrojenia stalowego.

Istnieją dwie możliwości połączenia fundamentu z wieżą – połączenie przez rozciągnięty kosz zbrojeniowy lub przez nabicie stalowej wieży na jedną z części fundamentu, która jest wlana w fundament.

2. Wieża

Zwykle gondole turbin wiatrowych są nałożone na stalowe wieże, które składają się z wielu segmentów cylindrycznych lub konstrukcji kratownicowej (wysięgnik kratownicowy). Niektórzy producenci budują również wieże betonowe, które wznoszone są już na miejscu.

Aby również w regionach, gdzie wieją słabe wiatry móc korzystać z wiatru w celach gospodarczych producenci budują coraz wyższe wieże. Ostatnio najwyższymi wieżami były te zbudowane w konstrukcji kratownicowej. Ich wysokość wynosiła od 140 do 160 metrów. Od ok. 2006 r. wraz z nowymi hybrydowymi konstrukcjami na rynek wszedł nowy pomysł. Wieża hybrydowa zbudowana jest w dolnej części z betonu wylewanego na miejscu lub z gotowych części betonowych, a w górnej z tradycyjnych elementów stalowych. Taka konstrukcja niesie ze sobą wiele zalet takich jak:

- przy multimegawatowych turbinach wiatrowych z dużą wysokością boczna konstrukcja hybrydowa opłaca się bardziej cenowo niż konstrukcje stalowe, betonowe czy kratownicowe

- z logistycznego punktu widzenia to rozwiązanie niesie ze sobą kolejne zalety, jako że ograniczenia wysokości nie grają roli w trakcie transportu. Przy wieżach o wysokości powyżej 100 metrów w wieżach stalowych średnica najniższego segmentu wynosi więcej niż 4 metry i tym samym przekracza dopuszczalną wysokość całkowitą możliwą do przewiezienia.

Od czerwca 2016 r. firma Nordex produkuje najwyższe wieże, których wysokość całkowita wynosi 230 metrów. Wieża hybrydowa N131/3300 zbudowana jest z 100 metrowej wieży betonowej oraz dwóch segmentów metalowych- całkowita wysokość turbiny wynosi 164 metry.

Ogólnie przyjmuje się, że przy budowie turbiny wiatrowej przyjmuje się zalecenia Niemieckiego Instytutu Techniki Budowlanej zawartych w „Rozporządzeniu dla turbin wiatrowych“. Przy tym należy mieć na uwadze takie wpływy jak obciążenie wiatru, trzesienie ziemi oraz połączenie obciążenia, w szczególności różne sytuacje korzystania z turbiny oraz materiały, jak również wymiary części turbiny.

ÜbersetzerIn Nr. 9

Turbiny wiatrowe bez przekładni

Siła z łopat wirnika jest kierowana bezpośrednio do generatora bez podłączania przekładni. Oznacza to, że liczba obrotów łopat i generatora (6 do 30 min⁻¹) jest taka sama. Aby uzyskać jednak wymagane napięcie 690 V i częstotliwość sieci 50 Hz, generator musi mieć odpowiednio duże wymiary średnicy. Trudność polega na znalezieniu odpowiedniego generatora. Producent tego rodzaju konstrukcji używają dlatego specjalnie skonstruowanych generatorów – 7,6 megawatowa maszyna marki Enercon ma np. generator o średnicy ok. dwunastu metrów.

Elementy budowy

1. Fundament

Fundament utrzymuje cały ciężar turbiny wiatrowej i dodatkowo musi pochłaniać dynamiczne działania z operacyjnych drgań wieży i obciążeń wiatrowych.

Zwykle z betonu ze zbrojeniem ze stali powstaje płaski fundament. Istnieją wykonania w kształcie okręgu, wieloboczne i w kształcie krzyża. W okolicach, w których podłoże nie spełnia wymagań (bagny, piasek) zaleca się fundament z pali. Często budowa fundamentu nie wchodzi w zakres usług producenta turbin wiatrowych, lecz przyznaje się ją miejscowemu

przedsiębiorstwu budowlanemu. Ponieważ materiał budowlany jakim jest beton pochłania tylko siły obciążające, ale nie rozciągające, to wykonanie zbrojenia betonu decyduje o tym, czy cokolwiek osiąga obliczoną żywotność, czy już po kilku latach trzeba będzie go poddać renowacji. Jeśli jest dostępny, w planie zbrojeniowym producenta zawarte są informacje o ilości i układzie zbrojenia stalowego.

Istnieją dwa warianty połączenia wieży z fundamentem: połączenie za pomocą sprzężonego kosza kotwiącego i połączenie stalowej wieży okrągłym zakończeniem ze stalową częścią fundamentu (FET) znajdującą się w betonie.

2. Wieża

Zwykle gondole turbin wiatrowych są ustawione na stalowych wieżach, które albo składają się z kilku cylindrycznych segmentów lub są wykonane jako kratownica (słupy kratowe). Różni producenci budują również wieże betonowe, które można postawić na miejscu (deskowanie ślizgowe).

Aby można było korzystać z energii wiatrowej ekonomicznie również na obszarach o słabym wietrze, producenci turbin dążą do produkowania wież o coraz większej wysokości. Ostatnio rekordy wysokości od 140 do 160 metrów były zastrzeżone tylko dla słupów kratowych. Od ok. 2006 r. dzięki wieżom hybrydowym pojawił się nowy koncept na rynku. Wieża hybrydowa składa się w dolnej części z betonu miejscowego lub prefabrykowanych elementów betonowych, a w górnej części z konwencjonalnych elementów stalowych. Zapewnia to wiele korzyści:

- W przypadku turbin multimegawatowych z bardzo wysokimi piastami, rozwiązania hybrydowe jest bardziej korzystne cenowo niż wieże wykonane ze stalowych rur, betonu lub kratownicy.
- Z logicznego punktu widzenia ten wariant wieży ma dodatkowe zalety, ponieważ ograniczenia wysokości przy transporcie nie grają żadnej roli. W przypadku wież ze stalowymi rurami o wysokości od 100 metrów, średnica pod sekcją rur zwiększa się znacznie o ponad cztery metry i przekracza dopuszczalną łączną wysokość przyczepy niskopodwoziowej.

Od czerwca 2016 Nordex posiada najwyższą turbinę wiatrową na świecie, o łącznej wysokości 230 metrów. Hybryda turbinowa N131/3300 składa się z jednej 100 metrowej wieży betonowej i dwóch segmentów ze stalowych rur – łączna wysokość wież wynosi 164 metry.

Na ogół za dowód bezpieczeństwa fundamentu i wieży lądowych turbin wiatrowych przyjmuje się „Dyrektywę dla turbin wiatrowych” Niemieckiego Instytutu Techniki

Budowlanej (DIBt). Oprócz właściwych wpływów, takich jak obciążenie wiatrowe, trzęsienia ziemi i kombinacje obciążeń, należy w szczególności wziąć pod uwagę różne warunki robocze i materiały, a także wymiary elementów turbin.

ÜbersetzerIn Nr. 10

Elektrownia wiatrowa bez napędu

Siła uzyskana z łopaty wiatraka wędruje prosto do generatora bez pośredniego elementu, którym jest napęd. Oznacza to, że prędkość obrotowa w przypadku wirnika i generatora jest taka sama (6 do 30 min). Jednakże aby uzyskać napięcie 690 V i częstotliwość napięcia równej 50 Hz, przekrój generatora musi mieć odpowiednie wymiary. Samo znalezienie odpowiedniego generatora stanowi niemały problem. Dlatego też producenci wiatraków tworzą specjalnie w tym celu skonstruowane generatory, np. Do konstrukcji o mocy 7,6 MW marki Enercon wyprodukowano generator o średnicy około 12 metrów.

Elementy konstrukcji

1. Fundament

Na fundamencie spoczywa nie tylko cały ciężar elektrowni wiatrowej. Musi on ponadto „wchłonąć” wynikające z użytkowania kołysania wieży i obciążenia wietrzne.

Zwyczajowo fundament wykonany jest z uzbrojonego metalu betonu, w kształcie koła, wyloboku bądź krzyża. Na obszarach, gdzie podłoże nie spełnia odpowiednich wymagań (mokradła lub podłoża piaszczyste) stosuje się specjalne słupy gruntowe. Często budowlę fundamentu powierza się miejscowej firmie budowlanej zamiast firmy zajmującej się konstrukcją elektrowni. Ponieważ beton wytrzymuje jedynie obciążenia ale nie napięcia, to właśnie wykonanie uzbrojenia jest decydujące w kwestii czy cokolwiek wytrzyma obliczoną żywotność lub czy już po kilku latach wymagana będzie naprawa. W planie zbrojeniowym zwykle znajduje się informacja co do ilości i pozycji stali zbrojeniowej.

Umocowanie wieży na fundamencie wykonuje się na dwa sposoby: z pomocą elementu kotwiącego lub poprzez umiejscowienie stalowej wieży na wlańy w beton metalowy element konstrukcyjny.

2. Wieża

Zwykle gondole elektrowni wiatrowych mocuje się na metalowych wieżach, które składają się albo z kilku cylindrycznych elementów, albo z krawonicy (maszt). Inni producenci natomiast, budują betonowe wieże, które stawia się na miejscu budowy.

Aby czerpać energię wiatrową w miejscach o niekorzystnych warunkach wiatrowych, konstruktorzy budują coraz to wyższe wieże. Do niedawna najwyższe, bo od 140 do 160 metrów, były same maszty. Jednak od około 2006 roku, na rynku pojawiły się nowe, hybrydowe konstrukcje. Taka hybrydowa wieża składa się w dolnej części z betonu lub części betonowych i w górnej z typowych elementów stalowych. Przynosi to wiele zalet:

- W elektrowniach wiatrowych klasy „multi-megawatt”, z piastą na dużej wysokości rozwiązania hybrydowe są tańsze niż wieże stalowe, betonowe lub kratowe.
- Również ze względów logistycznych, hybrydowe rozwiązanie przynosi więcej korzyści, gdyż nie obowiązuje go żadne ograniczenie „wysokości” podczas transportu. W przypadku wieży o wysokości powyżej 100 metrów, zwiększa się również znacząco średnica dolnej rury, o około 4 metry, i przekracza tym samym dowolną całkowitą wysokość platformy transportowej.

Od czerwca 2016 pionierem w konstrukcji najwyższych na świecie, 230 metrów, elektrowni jest Nordex. Wieża hybrydowa N131/3300 składa się z 100 metrowej stalowej wieży i dwóch metalowych elementów w kształcie rur – wysokość całkowita wynosi 164 metry.

Ogólnie przyjmuje się, że fundament i wieża lądowych elektrowni wiatrowych muszą spełniać wymogi kontroli bezpieczeństwa „dyrektywy dla elektrowni wiatrowych” Niemieckiego Instytutu Techniki Budowlanej (DIBt). Poza istotnymi czynnikami takimi jak obciążenie wietrzne, trzęsienia ziemi, lub ich połączenie, w dyrektywach znajdują się w szczególności informacje na temat różnych warunków pracy, materiałów a także wymiarów i części konstrukcji.

ÜbersetzerIn Nr. 11

Bezprzekładniowe turbiny wiatrowe

Siła nośna pochodząca z łopatek wirnika kierowana jest bez użycia przekładni bezpośrednio do generatora. To oznacza, że prędkość obrotowa wirnika oraz generatora ($6 \text{ do } 30 \text{ min}^{-1}$) jest taka sama. Aby jednak osiągnąć wymagane napięcie o wielkości 690 woltów oraz częstotliwość sieci wynoszącą 50 herców, generator musi mieć średnicę o odpowiedniej wielkości. Trudność polega przy tym właściwie na znalezieniu pasującego generatora. Dlatego wytwórcy tego

rodzaju konstrukcji używają generatorów skonstruowanych specjalnie w tym celu – maszyna o mocy 7,6 megawata stworzona przez firmę Enercon posiada np. generator o średnicy około 12 metrów.

Elementy konstrukcji

1. Fundament

Fundament utrzymuje całkowity ciężar turbiny wiatrowiej i dodatkowo musi absorbować dynamikę drgań wieży powstającą podczas pracy turbiny oraz przy obciążeniu wiatrem.

Zwykle fundamentuje się płytko wykorzystując beton ze stalowymi zbrojeniami. Fundament może mieć kształt okręgu, wieloboku lub krzyża. Na terenie, którego podłoże nie spełnia wymogów w tym celu (torf, piasek), zaleca się zastosowanie palowania. Często wykonanie fundamentu nie należy do zakresu dostawy producenta turbin wiatrowych, lecz zostaje przydzielone lokalnemu przedsiębiorstwu budowlanemu. Z uwagi na fakt, że beton jako materiał budowlany nie absorbuje działania sił rozciągających, a jedynie obciążenia siły dociskającej, wykonanie zbrojenia decyduje o tym, czy cokolwiek fundamentu osiągnie przewidywany okres eksploatacji turbiny, czy też będzie musiał zostać naprawiony już po paru latach. Jeżeli dostępny jest plan zbrojenia wykonany przez producenta, to dostarczy on informacji o ilości i rozkładzie zbrojenia.

Istnieją dwa warianty podłączenia wieży do fundamentu: połączenie za pomocą sprzężonych koszy zbrojeniowych oraz poprzez nałożenie kołnierza stalowej wieży na wlaną do betonu stalową część instalacyjną fundamentu (tzw. FET).

2. Wieża

Gondole turbin wiatrowych montuje się zwykle na stalowych wieżach, które są zbudowane albo z wielu segmentów w kształcie cylindra, albo są wykonane jako konstrukcje z kratownicy (maszty kratowe). Różni producenci budują jednak również wieże z betonu, które można stawiać na miejscu budowy (deskowanie ślizgowe).

Aby móc wykorzystać energię wiatru także w regionach o niesprzyjających warunkach wiatrowych, producenci turbin usiłują tworzyć coraz wyższe wieże. Do niedawna rekordowe wysokości takie jak 140 do 160 metrów były zastrzeżone wyłącznie dla masztów kratowych. Od mniej więcej 2006 roku na rynku dostępna jest nowa koncepcja wież hybrydowych. Taka wieża składa się w swej dolnej części z masy betonowej przygotowywanej na miejscu budowy, a w górnej z konwencjonalnych elementów stalowych. Taka konstrukcja ma wiele zalet:

- W przypadku turbin o wydajności wielomegawatowej posiadających wysoko znajdującą się piastę rozwiązania hybrydowe są korzystniejsze pod względem cenowym niż wieże ze stali, betonu lub kratownic.
- Z logistycznego punktu widzenia ten wariant budowania wieży ma dodatkowe zalety, ponieważ wówczas ograniczenia dotyczące wysokości wież nie odgrywają roli na szlakach transportowych. Co się tyczy wież z rur stalowych, to w przypadku wież wyższych niż 100 metrów średnica najniższej sekcji rur zwiększa się o ponad cztery metry i przekracza w ten sposób dopuszczalną wysokość łączną ładunku na przyczepie niskopodwoziowej.

Od czerwca 2016 roku firma Nordex produkuje najwyższe na świecie turbiny wiatrowe o całkowitej wysokości wynoszącej 230 metrów. Wieża hybrydowa turbiny N131/3300 składa się z wieży betonowej o wysokości 100 metrów oraz dwóch segmentów wykonanych z rur stalowych. Łączna długość wieży wynosi tym samym 164 metry.

Analizę bezpieczeństwa fundamentu oraz wieży turbiny wiatrowej znajdującej się na lądzie należy na ogół przeprowadzić zgodnie z „Zarządzeniem dotyczącym turbin wiatrowych” (Richtlinie für Windkraftanlagen) sporządzonym przez Niemiecki Instytut Technologii Budowlanej (Deutsches Institut für Bautechnik — DIBt). Oprócz kluczowych czynników takich jak obciążenie wiatrem, trzęsienia ziemi oraz kombinacje obciążeń, należy przy tym odpowiednio uwzględnić przede wszystkim różne warunki funkcjonowania, różne materiały, a także pomiary poszczególnych części turbiny.

ÜbersetzerIn Nr. 12

Bezprzekładniowe turbiny wiatrowe

Siła wyporu pochodząca z łopat wirnika prowadzona jest bezpośrednio bez użycia przekładni do generatora. Oznacza to, że prędkość łopat oraz generatora, która wynosi od 6 do 30 min^{-1} , jest taka sama. Aby uzyskać wymagane napięcie elektryczne 690 V oraz wymaganą częstotliwość systemu 50 Hz, generator musi mieć odpowiednie wymiary w średnicy. Problem polega na tym, że ogólnie jest ciężko znaleźć pasujący wymiarami generator. Producenci

takiego rodzaju konstrukcji wykorzystują własne zbudowane generatory – maszyna o napięciu 7,6 MW firmy Enercon posiada przykładowo generatory o wymiarach ok. 12 m w średnicy.

Części składowe turbiny wiatrowej

1. Fundament

Fundament utrzymuje całkowity ciężar turbiny wiatrowej jak i musi dodatkowo przyjąć dynamiczne momenty pochodzące z drgań wieży oraz oddziaływań wiatru na konstrukcję. Ogólnie fundament płytki turbiny wiatrowej powstaje z żelazobetonu, który ma kształt koła, krzyża lub wielokąta. W obszarach, gdzie podłoże nie spełnia warunków, ponieważ znajduje się tam bagno czy piasek, wówczas stawiane są pale. Obecnie roboty budowlane odpowiadające za budowę fundamentu nie leżą w zakresie usług producentów turbin wiatrowych, lecz do miejscowych firm. Ponieważ materiał budowlany jak beton jedynie wytrzymuje siły zganiatające a nie ciągnące, wówczas wykonanie zbrojenia decyduje o tym, czy podstawa osiągnie zawieszoną długość żywotności czy już po paru latach trzeba będzie ją poddać renowacji. O ile dostępne jest plan zbrojenia producenta, czyli informacje na temat ilości oraz rozmieszczenia żelbetonu.

Aby połączyć wieżę do fundamentu, istnieją dwa rozwiązania. Pierwsze to połączenie za pomocą znajdującego się pod napięciem kosza zbrojeniowego, a drugie to połączenie stalowej wieży z znajdującym się w betonie układu scalonego konstrukcji.

2. Wieża

Ogólnie gondola turbiny wiatrowej jest przymocowana do stalowej wieży, która składa się z wielu segmentów o cylindrycznym kształcie lub wykonana jest jako konstrukcja kratowana (słupy kratowe). Różni producenci budują jednakże wieże betonowe, które stawiane są na miejscu za pomocą deskowania ślizgowego.

Aby energia wiatrowa mogła okazać się korzystna ekonomicznie w regionach o słabym wietrze, producenci turbin dążą do budowy coraz do wyższych wież. Niedawno padł rekord wysokości wieży, która miała od 140 do 160m razem z słupami kratowanymi. Od ok. 2006 roku istnieje koncept wieży hybrydowej. Wieża hybrydowa składa się z części dolnej z betonu wylewanego lub z gotowych części betonowych oraz z górnej części zbudowanej z konwencjonalnych stalowych elementów. To daje wiele zalet:

- przy urządzeniach o napięciu multimegawat z wysoką piastą są wieże hybrydowe są korzystne cenowo niż te wykonane ze stali, betonu czy kratownicy.
- Z punktu widzenia logistyki taki rodzaj wieży oferuje więcej zalet, ponieważ granica wysokości pojazdów transportowych nie gra tutaj żadnej roli. Przy stalowych wieżach

od 100m wzrasta średnica najniższej sekcji rur o 4 metry przez co przekraczana jest dopuszczalna całkowita wysokość na przyczepie pojazdu transportującego.

Od roku 2006 firma Nordex jest uważana za firmę, która stawia najwyższe wieże, które mają 230m. Wieża hybrydowa N131/3300 składa się wtedy z 100m wieży betonowej oraz dwóch segmentów rur stalowych. Całkowita wysokość wieży wynosi wówczas 164m.

Ogólnie rzecz biorąc, istnieją ogólne zasady bezpieczeństwa „Dyrektywa dla turbin wiatrowych” dla produkcji wież oraz fundamentów turbin wiatrowych na terenach lądowych zapisane przez Niemiecki Instytut Techniki Budowlanej (DIBt). Dodatkowo przy budowie tych konstrukcji należy pamiętać nie tylko o takich wpływach jak napór wiatru, trzęsienie ziemi czy inne kombinacje obciążeń, lecz także o różnych warunkach pracy oraz materiałach budowlanych jak wymiary części konstrukcji turbiny wiatrowej.

ÜbersetzerIn Nr. 13

Beznapedowe elektrownie wiatrowe

Napęd z łopatek wirnikowych przenoszony jest bezpośrednio ze skrzyni biegów do generatora. Oznacza to, że liczba obrotów łopatki wirnikowej i generatora jest taka sama ($6 \text{ do } 30 \text{ min}^{-1}$). Mimo to średnica generatora musi być odpowiednio dopasowana, aby uzyskać niezbędne napięcie o mocy 690 Volt i częstotliwość 50 Hertz. Cała trudność polega na tym, by znaleźć odpowiedni generator. Dlatego też producenci tej części wiatraka wykorzystują specjalnie skonstruowane generatory. Przykładowo wiatrak firmy Enercon o mocy 7,6 megawat wyposażony jest w generator o średnicy ok. 12 metrów.

Elementy budowlane

1. Fundament

Fundament utrzymuje cały ciężar wiatraka. Ponadto musi wytrzymać dynamiczne momenty powstałe wskutek ruszania się słupa podczas pracy wiatraka oraz na skutek wiatru. Fundament płytki powstaje zazwyczaj z betonu uzbrojonego stalą. Uzbrojenie może mieć kształt koła, poligonu lub krzyża. Na terenach, na których podłoże nie spełnia wymagań (podłoże podmokłe lub piaszczyste) wymagane jest wsparcie konstrukcji na palach. Zazwyczaj roboty budowlane nie wliczają się w zakres usług producentów wiatraków i są zlecane lokalnym firmom budowlanym. Ponieważ beton jest odporny na obciążenia, natomiast na siłę

rozciągającą nie, wykonanie zbrojenia decyduje o tym, czy cokolwiek osiągnie szacowaną długość życia czy też już po paru latach konieczna będzie jego renowacja. O ile producent dysponuje planem zbrojenia, zawiera on informację na temat ilości i klasyfikacji stalowego zbrojenia. Wieża wiatraka może być przymocowana do fundamentu na dwa sposoby: przy pomocy sprężonego mocowania kotwicowego lub nasadzenie stalowej wieży na zalany betonem stalowy element montażowy w fundamencie.

2. Maszt

Najczęściej gondole wiatraka nakładane są na stalowe maszty składające się najczęściej z wielu cylindrycznych segmentów lub w formie masztu kratowego. Różni producenci budują jednak maszty betonowe, które stawiane są na miejscu (deskowanie ślizgowe).

Aby wykorzystać energię wiatrową w regionach o słabo wiejących wiatrach producenci wiatraków podwyższają maszty. Jeszcze nie tak dawno temu rekordowy wysokość 140 do 160 m osiągały maszty kratowe. Od mniej więcej 2006 roku na rynku pojawiły się wieże hybrydowe, składające się w dolnej części z masy betonowej przygotowanej na miejscu budowy oraz gotowych betonowych części. Ma to następujące zalety:

Aby wykorzystać energię wiatrową w regionach o słabo wiejących wiatrach producenci wiatraków podwyższają maszty. Jeszcze nie tak dawno temu rekordowy wysokość 140 do 160 m osiągały maszty kratowe. Od mniej więcej 2006 roku na rynku pojawiły się wieże hybrydowe, składające się w dolnej części z masy betonowej przygotowanej na miejscu budowy oraz gotowych betonowych części. Ma to następujące zalety:

- W przypadku elektrowni wiatrowych o mocy wielu megawatów ze znacznymi wysokościami piasty rozwiązania hybrydowe są oszczędniejsze niż wieże będące konstrukcjami stalowymi, betonowymi czy szkieletowymi.
- Z logicznego punktu widzenia wariant ten ma również dalsze zalety, ponieważ ograniczenia wysokościowe podczas transportu nie mają znaczenia. W przypadku wież powyżej 100m średnica wież ze stali osiąga znacznie więcej niż 4m, przekraczając dopuszczalną wysokość całkowitą przyczepy niskopodwoziowej.

Od czerwca 2016 Nordex o wysokości całkowitej 230m jest największym na świecie wiatrakiem. Wieża hybrydowa N131/3300 składa się ze stumetrowej wieży betonowej i dwóch segmentów ze stali. Tym samym całkowita wysokość wieży wynosi 164m.

Zasadniczo analiza bezpieczeństwa fundamentu i wieży przeprowadzana jest przez niemiecki instytut budowlany Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). W analizie uwzględnia

się oprócz podstawowych czynników takich jak obciążenie wiatrem, trzęsienie ziemi i nakładanie się ciężarów dodatkowo różne stany eksploatacyjne i narzędzia, a także wymiary elementów budowlanych wiatraka.

ÜbersetzerIn Nr. 14

Bezprzekładniowe elektrownie wiatrowe

Wypór z łopat wirnika jest kierowany bez pośrednictwa napędu do generatora. Oznacza to, że liczba obrotów wirnika i generatora są sobie równe ($6\text{--}30\text{min}^{-1}$). Aby jednak osiągnąć wymagane napięcie wynoszące 690 V oraz częstotliwość prądu 50 Hz, generator musi mieć odpowiedni rozmiar średnicy. Trudność polega na tym żeby w ogóle znaleźć pasujący generator. Dlatego też producenci tej części wykorzystują specjalnie skonstruowane generatory – przykładowo 7,6-megawatowe urządzenie firmy Enercon posiada generator o średnicy ok. 12 metrów.

Elementy konstrukcji

1. Fundament

Fundament utrzymuje cały ciężar elektrowni wiatrowej i ponadto musi być w stanie wytrzymać moment dynamiczny wynikający z wahań wieży, które związane są z napędem) czy obciążenie wiatrem.

Zazwyczaj przy fundamentach płaskich stosuje się żelbeton. Przy fundamentach możliwe jest zastosowanie formy okręgu, poligonu czy krzyża. Na terenach, na których podłoże nie odpowiada wymaganiom (bagna, piach) zaleca się fundamentowanie na palach. Często stawianie fundamentów nie jest wykonywane przez producenta elektrowni, lecz jest zlecane lokalnym przedsiębiorstwom. Ponieważ beton może być poddawany jedynie sile nacisku, nie zaś sile pociągowej, wykonanie zbrojenia decyduje o tym, czy podstawa wytrzyma okres trwałości wyliczony dla całej elektrowni czy też fundament już po kilku latach będzie wymagał naprawy. Jeśli producent załączył rysunek zbrojenia, można w nim znaleźć informacje na temat ilości i rozłożenia włókien stalowych.

Przy łączeniu wieży do fundamentu wykorzystuje się dwa sposoby: przyłączenie na pomocą hartowanego kosza kotwiącego lub zamocowanie kołnierza stalowej wieży do zalanego betonem stalowego komponentu fundamentu (FET).

2. Wieża

Zazwyczaj gondole elektrowni wiatrowej ustawia się na stalowych wieżach, które składają się albo z kilku cylindrycznych segmentów, albo tworzą konstrukcje szkieletowe (maszty kratowe). Różni producenci wykorzystują jednak również wieże betonowe, które można postawić na docelowym miejscu (deskowanie ślizgowe).

Aby korzystać gospodarczo z energii wiatrowej także w regionach o słabym natężeniu wiatru, wiele producentów elektrowni buduje coraz wyższe wieże. Jeszcze niedawno rekordowe wysokości wynoszące 140 do 160 metrów były zarezerwowane tylko dla wiatraków o masztach kratowych. Około 2006 roku wraz z wprowadzeniem wież hybrydowych na rynku pojawiły się zupełnie nowe możliwości. Taka wieża składa się w niższych partiach z betonu wylewanego lub wyrobów prefabrykowanych z betonu, a w górnych – z konwencjonalnych elementów stalowych. Taka konstrukcja przynosi wiele korzyści:

- Przy elektrowniach multiwiatrowych o dużej wysokości państwa korzystanie z rozwiązań hybrydowych jest bardziej korzystne cenowo niż stosowanie wież z rur stalowych, z betonu czy wież o konstrukcji szkieletowej.
- Pod względem logistycznym taka hybrydowa konstrukcja wieży ma dodatkowe zalety, ponieważ ograniczenia wysokości wynikające z transportu nie grają tu już żadnej roli. Przy wysokości od 100 metrów w wieżach z stalowych rur średnica w dolnym odcinku rury wynosi ponad 4 metry i tym samym przekracza wysokość ogólną dozwoloną na przyczepie niskopodwoziowej.

Od czerwca 2016 roku firma Nordex postawiła najwyższą na świecie elektrownię wiatrową, której ogólna wysokość wynosi 230 metrów. Wieża hybrydowa N131/3300 składa się z 100-metrowej betonowej wieży i dwóch odcinków stalowych rur – całkowita wysokość wieży wynosi zatem 164 metrów.

Ogólnie przyjęto, że przy analizie bezpieczeństwa fundamentów i wieży elektrowni wiatrowych znajdującej się w głębi lądu należy kierować się „Wytycznymi dotyczącymi elektrowni wiatrowych) Niemieckiego Instytutu Techniki Budowlanej (Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt). Przy tym oprócz podstawowych oddziaływań takich jak: obciążenie wiatrem, trzesienia ziemi i suma obciążeń, szczególną uwagę zwraca się na różne układy urządzenia, materiały, a także na wymiary elementów, z których zbudowana jest elektrownia.

ÜbersetzerIn Nr. 15

Bezprzekładniowe turbiny wiatrowe

Energia z łopat wirnika prowadzona jest bezpośrednio do generatora, bez użycia przekładni. Oznacza to, że liczba obrotów wirnika i generatora jest równa (od 6 do 30 min^{-1}). Aby osiągnąć wymagane napięcie 690 woltów i częstotliwość 50 herców, generator musi mieć odpowiednio dużą średnicę. Ciężko jest znaleźć właściwy generator. Producenci tego rodzaju konstrukcji używają z tego względu generatory, które zostały stworzone specjalnie do tego celu – przykładowo, 7,6 megawatowe maszyny firmy Enercon są wyposażone w generator o średnicy około 12 metrów.

Elementy konstrukcji

1. Fundament

Na fundamencie opiera się cała waga turbiny wiatrowej; dodatkowo musi ona wytrzymać też momenty większej dynamiki spowodowane drganiami wieży związanymi z działaniem turbiny i oporem powietrza.

Zazwyczaj fundament płytki buduje się z żelbetonu. Istnieją modele w kształcie koła, wielokątów lub krzyża. Na obszarach, gdzie podłoże nie spełnia odpowiednich wymagań (teren bagnisty, piasek), zalecane jest palowanie. Często budowa fundamentów nie jest zawarta w zakresie usług oferowanych przez producenta turbiny wiatrowej i powierza się ją lokalnej firmie budowlanej. Jako że beton jako materiał budowlany może wytrzymać tylko siłę nacisku, ale nie siłę rozciągającą, forma zbrojenia betonu decyduje o tym, czy cokolwiek osiągnie wyliczony okres eksploatacji, czy też już po kilku latach będzie wymagał renowacji. Jeśli jest dostępny, plan zbrojenia betonu producenta turbiny zapewnia informacje dotyczące ilości i rozłożenia stalowych wzmocnień.

Wieża może być przymocowana do fundamentów na dwa różne sposoby: poprzez podłączenie za pomocą sprężonego zespołu kotwiącego i postawienie stalowej wieży na zalany betonem stalowy element kotwiący wbudowany w fundament.

2. Wieża

Zazwyczaj gondola turbiny wiatrowej stawiana jest na stalowej wieży, która składa się z wielu cylindrycznych segmentów lub wykonana jest jako konstrukcja w formie kratownicy (masztu kratowego). Jednak niektórzy producenci budują też wieże z betonu, które mogą być wzniesione na miejscu (techniką deskowania ślizgowego).

Aby móc wykorzystywać energię wiatrową dla celów gospodarczych także na terenach, gdzie są słabe wiatry, producenci turbin starają się budować coraz to wyższe wieże. Jeszcze niedawno rekordowe wysokości od 140 do 160 metrów zarezerwowane były wyłącznie dla masztów kratowych. Od około 2006 roku wieże hybrydowe wprowadziły na rynek nowy koncept. Dolna część wieży hybrydowej składa się z betonu wylewanego na miejscu lub z gotowych betonowych części, natomiast jej górna część zbudowana jest z tradycyjnych stalowych elementów. Takie rozwiązanie oferuje wiele korzyści:

- W przypadku turbin produkujących ogromne ilości energii o dużej wysokości piasty wieże hybrydowe mają korzystniejszą cenę od wież ze stalowych rur, betonu lub konstrukcji w formie kratownicy.
- Taki rodzaj wież oferuje dodatkowe korzyści z logistycznego punktu widzenia, jako że ograniczenia wysokości na trasie transportu nie grają wtedy roli. W przypadku wież ze stalowych rur o wysokości powyżej 100 metrów, średnica rur z dolnej części konstrukcji ma znacznie ponad 4 metry, przekraczając tym samym wartość dozwoloną do przewozu na przyczepie.

Od czerwca 2016 Nordex stawia najwyższe na świecie turbiny wiatrowe o całkowitej wysokości 230 metrów. Wieża hybrydowa N131/3300 składa się ze stumetrowej betonowej wieży i dwóch segmentów ze stalowych rur – całkowita jej wysokość wynosi 164 metry.

Zasadniczo należy przedstawić analizę bezpieczeństwa dla fundamentu i wieży lądowych elektrowni wiatrowych zgodną z „Wytycznymi dotyczącymi elektrowni wiatrowych” Niemieckiego Instytutu Techniki Budowlanej (DIBt). Oprócz typowych czynników, takich jak opór powietrza, trzęsienia ziemi i kombinacji obciążeń, należy też uwzględnić w szczególności różne warunki działania oraz materiały, a także wymiary części turbiny.

ANTWORTEN ZU DEN OFFENEN FRAGEN DER ONLINE-UMFRAGE

ÜbersetzerIn Nr	Waren die Entscheidungen beim Post-Editing des maschinell erstellten Satzes oder/und Begriffes besonders schwierig zu treffen? Wenn ja/nein, erklären Sie bitte warum.	Nach dem Post-Editing des maschinell erstellten Textes, was ist Ihre Meinung über die maschinelle Übersetzung?	Nach dem Post-Editing des Textes, überlegen Sie eine zukünftige Verwendung einer maschinellen Übersetzung? Wenn ja/nein, erklären Sie bitte warum.	In Bezug auf den Zeitaufwand von Post-Editing und Übersetzung ohne Einsatz der neuronalen maschinellen Übersetzung, welche dieser Tätigkeiten bevorzugen Sie und warum?
1	Nein. Nur beim völligen Unsinn werde ich korrigiert	Es ist dir sehr hilfreich und spart dir Zeit. Jedoch muss das Ergebnis überprüft werden	Ja - Zeitsparung	Die marginale Übersetzung ist bequem. Man muss nur den Text prüfen. Die Übersetzungen
2	Ja. Die Entscheidung war schwer zu treffen. Bei dem Post-Editing waren die Sätze schon vorhanden und von ihnen suggeriert. Daher war es schwierig, einen neuen und grammatikalisch und stilistisch korrekten Satz zu erstellen. Es war auch zeitaufwendig zu prüfen, ob die Wörter von der Maschine korrekt übersetzt wurden. Bei einer Humanübersetzung war diese Entscheidung nicht schwer zu treffen, denn es war meine Übersetzung von Anfang bis Ende.	Die maschinelle Übersetzung beschleunigt definitiv die Arbeitszeit eines Übersetzers, aber die Folge davon ist eine häufige und gründliche Überprüfung der Richtigkeit der Übersetzungen durch die Maschine. Bei Fachtexten ist die maschinelle Übersetzung eine recht schlechte Qualität, was sich auf die Qualität der Übersetzung und die Zukunft der Arbeit der ÜbersetzerInnen in diesem Sinne auswirken kann, dass Sie nicht in der Lage sein werden, ihre eigenen Übersetzungssätze herzustellen, und ihre	Ich möchte in Zukunft keine maschinelle Übersetzung für die Übersetzung von Fachtexten verwenden. Das bedeutet schlechte Übersetzungsqualität und ständige Überprüfung der korrekten Übersetzung von Wörtern. Ich ziehe es vor, den Text von Anfang an selbst zu übersetzen, ohne die Hilfe einer maschinellen Übersetzung.	In Bezug auf den Zeitaufwand bevorzuge ich Post-Editing, aber definitiv bevorzuge ich Übersetzung ohne Einsatz der neuronalen maschinellen Übersetzung. Es geht vor allem um die Qualität des Textes.

		Übersetzungsfähigkeiten beenden erst mit der Suche nach Übersetzungsäquivalenten.		
3	ja, manchmal war es schwer, weil man sich mit dem schon vorhandenen Satz suggerierte und konnte keine andere Version ausdenken	Maschinelle Übersetzung finde ich sehr hilfreich beim Übersetzen von Fachtexten. Obwohl es Fehler gibt, kann man viel schneller übersetzen.	ja, ich finde eine maschinelle Übersetzung beschleunigt wesentlich den Übersetzungsprozess	ich bevorzuge selbstständiges Übersetzen, da man selbst die Entscheidungen treffen kann und wird nicht durch MÜ beeinflusst.
4	ja, ich musste mich an einen fremden Gedankengang anpassen.	Gott sei Dank, nicht alle Fachbegriffe musste ich selbst finden (wie beim Übersetzen), aber es gab Sätze, die würde ich lieber selbst von Anfang an schreiben als post-editieren.	Nein, weil das für mich zu teuer ist.	Hinsichtlich des Zeitaufwands scheint natürlich Post-Editing viel günstiger zu sein. Deswegen ist es logisch zu sagen, dass ich das Post-Editing dem Übersetzen vorziehe.
5	Die Entscheidung war schwierig, denn um sicherzustellen, dass die maschinelle Übersetzung eines bestimmten Konzepts gut ist, musste sie gründlich überprüft werden. So war es beispielsweise notwendig, die Übersetzung mit Google zu versehen und zu überprüfen, ob sie korrekt war.	Die maschinelle Übersetzung bietet die Möglichkeit einer schnelleren Übersetzung des Textes, aber die Qualität der Übersetzung und der Prozess des Vergleichs des Ausgangstextes mit dem Zieltext ist schwierig, und jedes Mal, wenn man auf Fehler achten muss, was mit jedem Satz schwieriger wird, dass der Übersetzer nicht mehr zur Qualität der übersetzten Sätze zurückkehrt.	Nein, denn die maschinelle Übersetzung braucht immer noch menschliche "Hilfe" und ist nicht perfekt.	Ich bevorzuge die Humanübersetzung, obwohl es etwas länger gedauert hat als das Post-Editing des Textes, denn das sind von Anfang an meine Sätze, die auch nach der Korrektur nicht künstlich klingen.
6	Es war schwierig einen stilistisch korrigierten Satz zu konstruieren, weil die Sätze schon vorhanden sind. Ich musste auch noch mal einen Ausgangssatz lesen und den Satz in	Bei der Übersetzung von Fachtexten ist die maschinelle Übersetzung sicherlich nicht hilfreich. Sie bewahrt nicht in erster Linie den Stil des Textes. Der Stil des Textes wurde aus der Originalsprache	Ich möchte in Zukunft keine maschinelle Übersetzung mehr verwenden. Die maschinelle Übersetzung achtet nicht auf den Stil des Zieltextes und	Zeitlich gesehen beschleunigt die maschinelle Übersetzung den Übersetzungsprozess. Trotz der Tatsache, dass die Textübersetzung

	der Zielsprache neu erstellen. Auch die Korrektur der Terminologie war schwierig.	übernommen. Die Sätze wurden hauptsächlich wörtlich übersetzt, was sich auf die Qualität des Textes auswirkt. Ich ziehe es vor, ohne maschinelle Übersetzung zu übersetzen.	übersetzt ihn wörtlich. Sätze sind oft unverständlich und man muss den Originaltext erneut lesen und den Satz erneut übersetzen.	schneller ist, ist der Text qualitativ schlecht. Nach dem Lesen eines von der Maschine übersetzten Satzes wird der Übersetzer "blockiert" und hat keine Ahnung, wie der Satz besser übersetzen soll sein. Bei einer Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung gibt es kein solches Problem, da die Sätze von Anfang an von ÜbersetzerInnen erstellt werden.
7	Ja, weil ich schon mit der maschinell erstellten Text suggeriert habe. Deswegen habe ich keine andere Idee, wie man einen Satz gut stilistisch korrigiert. Es wird auch keine große Aufmerksamkeit dafür geschenkt. Ich hatte keine Lust mehr, den Text weiter zu überprüfen und zu korrigieren. Aus diesem Grund ich habe alles einfach akzeptiert	Die maschinelle Übersetzung ist hilfreich, um eine schnelle und kurze Übersetzung zu erstellen. Sie ist aber nicht hilfreich, um mit ihr einen Fachtext zu übersetzen. Sie benötigen dann eine genaue und ständige Überprüfung, ob die Sätze stilistisch korrekt und die Wörter gut übersetzt sind.	Wenn ich eine schnelle Übersetzung eines einfachen Textes machen würde, denn ja, aber nicht für die Fachtexte, die eine hohe Qualität aufweisen müssen.	In Bezug auf den Zeitaufwand - ja. Trotzdem bevorzuge ich eigene Übersetzung, weil dann sie meine selbst erstellten Sätzen sind und ich lasse mich nicht durch schon erstellte Sätze beeinflussen.
8	Ja, weil ich habe mich schon mit dem Output suggeriert	MÜ kann sehr hilfreich sein und erhöht die Produktivität muss jedoch vorsichtig eingeserzr werden	Ja, weil man viel schneller den Überblick bekommt und kann manchmal schneller übersetzten	Selbstübersetzung weil ich selbst die Entscheidungen treffen kamm
9	Für mich, die Entscheidungen beim Post-Editing waren genauso schwierig wie beim Humanübersetzung, denn ich kenne diese Thematik nicht und ich	Die maschinelle Übersetzung ist schneller als Humanübersetzung, aber nicht immer einfacher.	Nein, denn sie sind nicht perfekt. Der Mensch ist noch notwendig, um Fehler zu korrigieren.	Ich bevorzuge Post-Editing, weil man Zeit sparen kann.

	hatte Probleme richtige Übersetzungen zu finden.			
10	Die maschinelle Übersetzung hat sicherlich viel mehr Zeit in Anspruch genommen. Die Sätze waren teilweise falsch formuliert. Dies hat dazu geführt, dass es schwierig war die Bedeutung mancher Aussagen zu eruieren. Auch in Bezug auf Lexik war die maschinelle Übersetzung nur wenig hilfreich. Oftmals waren die übersetzten Fachwörter einfach falsch und passten nicht im Kontext. Die maschinelle Übersetzung bietet außerdem kaum Variation auf der lexikalischen Ebene – alles wird mit nur einem Wort wiedergegeben bzw. ohne Rücksicht auf den Kontext zu nehmen.	Hilfreich bei einfachen Texten mit wenig Fachwortschatz.	Ja: für weniger anspruchsvolle Texte, als Vergleich zu eigener Übersetzung, für Terminologiarbeit	Für den ausgewählten Text über Windenergie hat sich für mich die HÜ als bessere und somit bevorzugte Tätigkeit erwiesen. Die Tätigkeit war mit weniger Aufwand verbunden.
11	Ja, weil man eigentlich oft einen neuen Satz schreiben musste und man musste sich fragen, ob ich etwas vom Post-Editing doch brauche oder alles löschen kann.	Bin absolut dagegen. Maschinell könnte man noch Tabellen oder Auszüge übersetzten aber keinesfalls Bücher oder Prospekte	Tabellen, Auszüge u.Ä. könnten sich gut maschinell übersetzen lassen, weil sie immer gleich sind und die Übersetzung hängt nur von einer gut überarbeiteten Datenbank ab. Bücher, Prospekte sind immer anders und ich glaube (und hoffe), dass sie nie maschinell übersetzt werden.	Definitiv Übersetzen. Es macht mehr Spaß, den Text selber zu gestalten und in den beiden Fällen musste man viel recherchieren also spielt der Zeitaufwand keine große Rolle. Das Übersetzen war auf jeden Fall viel angenehmer.

12	Ja. Ich musste noch mal überprüfen, ob die Übersetzung gut ist oder noch mal einen neuen Satz zu erstellen, was sehr schwierig war. Da ich mit schon erstelltem Output suggeriert habe, war schwierig einen neuen Satz zu erstellen und deswegen hatte ich keine Lust, um auf die Qualität des Textes zu achten.	Maschinelle Übersetzung ist nur hilfreich, wenn ÜbersetzerIn keine Ahnung hat, wie man einen bestimmten Satz zu übersetzen (Sinn). Die Qualität der maschinellen Übersetzung ist jedoch sehr schlecht. Obwohl es schon einen erstellten Text gibt, muss man ihn noch mal übersetzen, um er korrekt in Bezug auf Wortschatz und Stilistik gut zu sein. Für die Fachtext ist maschinelle Übersetzung nicht geeignet.	Maschinelle Übersetzung steigert zwar die Produktivität der ÜbersetzerInnen, aber ich möchte nicht in der Zukunft sie zu verwenden. Bei dem Post-Editing muss man genauso dieselbe Arbeit wie bei der Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung machen.	In Bezug auf den Zeitaufwand ist Post-Editing hilfreich, aber ich bevorzuge Übersetzung ohne Einsatz der neuronal maschinellen Übersetzung, weil ich mich entscheiden kann, wie den Text von Anfang an aussehen soll.
13	Ja. Die Übersetzung war insgesamt qualitativ sehr schlecht. Es gab sehr viele lexikalische Fehler, was dazu führte, dass die Übersetzung unverständlich war. Aufgrund dessen, dass die Bedeutung einiger wichtiger Begriffe nicht eruierbar war, konnte ich mich lange zu einer bestimmten Übersetzungsvariante nicht entscheiden.	Wie erwähnt war die Übersetzung sehr schlecht. Jedoch meine früheren Erfahrungen mit maschinell übersetzten Texten sind positiv. Die Qualität der Übersetzung hängt vom eingesetzten Tool ab. Dabei ist zu bedenken, dass nicht jede Textsorte sich zur maschinellen Übersetzung eignet.	Ja, weil sie Zeit sparen lässt. Jedoch würde ich das nur für eigene Zwecke tun (z.B. um die Bedeutung eines Textes grob zu verstehen). Als Übersetzerin würde ich mich darauf nicht einlassen, es sei denn der Text wäre nicht kompliziert.	Auf jeden Fall eigenständige Übersetzung. Die Korrektur war viel aufwendiger und frustrierender als die Übersetzung.
14	manchmal ja - keine kulturelle Entsprechung des Begriffs "Knicks", generell waren jedoch einzelne Übersetzungsentscheidungen ziemlich einfach zu treffen	maschinell erstellte Texte sind eine große Erleichterung in der Arbeit von ÜbersetzerInnen, sie verlangen jedoch auf jeden Fall manuelle Bearbeitung	in Bezug auf technische Texte - schon, weil viele Termini korrekt übersetzt wurden, im Falle des Textes aus dem Bereich Geisteswissenschaften bzw. bei literarischen Texten würde ich den Text selbst übersetzen	Post-Editing, denn es bedarf nicht so großes Zeitaufwands und Nachrecherchierens

15	Manchmal ja, weil es schwierig werden kann, den Satz anders zu sehen und ihn total umformulieren (wenn es notwendig ist), als man schon eine Übersetzung sah und von ihr beeinflusst wurde	Manche Sätze wurden überraschend gut übersetzt, besonders diese einfacheren Sätze ohne irgendeinen Fachbegriff	Ja, manchmal ist die maschinelle Übersetzung ein guter Rahmen für die weitere Arbeit; es funktioniert auch motivierend für mich, den teilweise übersetzten Text vor Augen zu haben, den man nur korrigieren muss	Es kommt darauf an, was für eine Textsorte ich übersetzen muss - fürs Fachübersetzen ist die maschinelle Übersetzung nicht besonders nützlich
----	--	--	--	---

ABSTRACT (DEUTSCH)

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Vergleich der Zeit, die die ÜbersetzerInnen brauchen, um einen neuronal maschinell erstellten Fachtext nachzubearbeiten und einen Fachtext ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung zu übertragen. Beide Fachtexte werden im Sprachenpaar Deutsch-Polnisch analysiert. Zusätzlich wird die Einstellung der ÜbersetzerInnen zu der neuronalen maschinellen Übersetzung und ihrem Post-Editing untersucht. Aufgrund der vorhandenen Theorien wurden Hypothesen aufgestellt und Forschungsfragen gestellt.

Es wird zunächst ein Überblick über die maschinelle Übersetzung mit besonderem Schwerpunkt auf der neuronalen maschinellen Übersetzung sowie die Einstellung der ÜbersetzerInnen zur maschinellen Übersetzung anhand der aktuellen Forschungsergebnisse gegeben. Des Weiteren werden der Begriff *Post-Editing* und die Einstellung der ÜbersetzerInnen zum Post-Editing analysiert. Das besondere Augenmerk wird dabei auf die Unterschiede zwischen Post-Editing und Humanübersetzung sowie die aktuellen Untersuchungen in Bezug auf den unterschiedlichen Zeitaufwand des Post-Editings und der Humanübersetzung gelenkt. Anschließend wird der Stand der polnischen Sprache in der digitalen Sprachindustrie diskutiert.

Im empirischen Teil werden anhand von 15 „fortgeschrittenen“ Studenten, genannt ÜbersetzerInnen, die Ergebnisse der Untersuchung dargestellt. Anhand ihrer posteditierten und manuell übersetzten Fachtexte zusammen mit Screen-Recording-Videos wird sowohl die Zeit des Post-Editings und der Übersetzung ohne Einsatz der maschinellen Übersetzung als auch die Einstellung zur neuronalen maschinellen Übersetzung und ihrem Post-Editing gemessen.

Die Ergebnisse zeigen, dass das Post-Editing des neuronal maschinell erstellten Fachtextes im Polnischen weniger Zeit in Anspruch nimmt als die selbständige Übersetzung aus dem Deutschen ins Polnische. Außerdem hat sich ergeben, dass die maschinelle Übersetzung die Arbeit der ÜbersetzerInnen erleichtert. Die kürzere Zeit für das Post-Editing hängt jedoch von einer breiteren Palette von Faktoren ab, als nur eine schnelle Erstellung der Übersetzung. Die Ergebnisse sind für die vorliegende Arbeit relevant und können einen Beitrag zur weiteren Verbesserung bzw. Entwicklung der neuronalen maschinellen Übersetzung leisten.

ABSTRACT (ENGLISCH)

The present paper focuses on the comparison of the time translators need to post-edit a neuronally generated technical text and to translate a technical text without using machine translation. Both technical texts are analyzed in the language pair German-Polish. In addition, the translators' attitude to neuronal machine translation and its post-editing is examined. The hypotheses and research questions were based on the current theories.

First, an overview of the machine translation with a focus on neuronal machine translation and the attitude of the translators towards machine translation based on current research results is provided. Furthermore, the term post-editing and the attitude of translators to post-editing will be analyzed. The importance will be paid to the differences between post-editing and human translation, as well as to current research on the time required for post-editing and human translation. Afterwards, the state of the Polish language in the digital language industry will be discussed.

The empirical part presents the results of the study. Using post-edited and manually translated technical texts by 15 “advanced” students, called translators, together with screen recording videos, both the time of post-editing and translation without the use of machine translation and the attitude towards neural machine translation and its post-editing will be measured.

The results show that the post-editing of the neuronally machine-translated technical text in Polish takes less time than the manual translation from German into Polish. It has also been shown that machine translation makes the work of translators easier. However, the shorter time of post-editing depends on a wider range of factors than just a quick translation. The results are relevant to this paper and may contribute to the further improvement or development of neuronal machine translation.