

PDF hosted at the Radboud Repository of the Radboud University Nijmegen

The following full text is a publisher's version.

For additional information about this publication click this link.

<http://hdl.handle.net/2066/91236>

Please be advised that this information was generated on 2016-05-02 and may be subject to change.

**The influence of information structure
on language comprehension:
A neurocognitive perspective**

Lin Wang

The research reported in this thesis was carried out at the Max Planck Institute for Psycholinguistics, the Netherlands, with financial support from the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences (KNAW) and the Chinese Academy of Sciences (CAS).

Cover page designed by Tilman Harp and Lin Wang.

Printed by Ipskamp Drukkers, Enschede, the Netherlands.

© Lin Wang, September 2011

**The influence of information structure on
language comprehension:
A neurocognitive perspective**

Een wetenschappelijke proeve op het gebied van de
Sociale Wetenschappen

Proefschrift

ter verkrijging van de graad van doctor
aan de Radboud Universiteit Nijmegen
op gezag van de rector magnificus prof. mr. S.C.J.J Kortmann,
volgens besluit van het college van decanen
in het openbaar te verdedigen op dinsdag 11 oktober 2011
om 15.30 uur precies

door

Lin Wang
geboren op 20 november 1982
te Hebei (China)

Promotoren:

Prof. dr. P. Hagoort

Prof. dr. Y. Yang (Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China)

Copromotor:

Dr. M. Bastiaansen

Manuscriptcommissie:

Prof. dr. H. Schriefers

Prof. dr. J. van Berkum (Utrecht University)

Prof. dr. C. Dimroth (Universität Osnabrück)

Contents

Chapter 1. Introduction: Information structure and the depth of processing	7
Chapter 2. Semantic illusion depends on information structure: ERP evidence	25
Chapter 3. The influence of information structure on the depth of semantic processing: How focus and pitch accent determine the size of the N400 effect	43
Chapter 4. Information structure influences depth of syntactic processing: ERP evidence for the Chomsky illusion	69
Chapter 5. The interface between language and attention: Prosodic focus marking recruits a general attention network in spoken language comprehension	95
Chapter 6. Summary and discussion	133
References	143
Appendices	153
Summary	201
Samenvatting	205
中文概述	211
Acknowledgements	215
Curriculum Vitae	219
List of Publications	220
MPI series in psycholinguistics	221

Chapter 1

Introduction: Information structure and the depth of processing

Before we get started, here is a question for you: *On Halloween, is it true that many dressed up children go from door to door selling candies?* If your answer is "Yes", then you must have mistaken the word *selling* as *asking for*, since typically children go asking for instead of selling candies on Halloween. However, if the question is asked in another way: *On Halloween, is it true that dressed up children go from door to door **selling** candies?* This time the word "selling" is accented, then you probably are able to notice the anomalous nature of this question. What makes the difference? The accentuation marks the specific piece of information as salient, so that more attentional resources are directed towards this element. This way of organizing information is referred to as information structure, which is the topic my thesis. Moreover, the failure to detect the anomaly at the beginning demonstrates that people do not always interpret sentences completely. Instead, they extract the information that is needed for the current communicative situation. This processing strategy is called "good-enough" approach (Ferreira, Bailey, & Ferraro, 2002; Sanford, 2002).

This thesis investigates how people make use of information structure to guide their communication, more specifically, how information structure influences the depth of semantic and syntactic aspects of language processing. My work sheds light on the underlying neural mechanism that determines the depth of language processing. The findings support the "good-enough" language processing strategy by showing that language processing is partial and incomplete under some circumstances. In this introduction, I will first explain some concepts regarding information structure, then empirical studies on the information structure influence of language processing will be presented. Among these studies, the role of information structure in modulating depth of

processing will be highlighted. After that, I will discuss some theories regarding the depth of processing as well as some influential factors. Next, I will introduce the research methods used in this thesis. In the end, an outline of this thesis will be given.

1.1 Information structure

1.1.1 Some concepts regarding information structure

People make use of multiple cues to organize and interpret meanings in order to make their communication efficient. Take the following conversation as an example: Speaker A asks *What did mum buy to cook?* Speaker B answers *Mum bought **beef** to cook.* Speaker A brings up a topic and opens a slot for speaker B to fill in. Then speaker B fills in the slot with the relevant information and emphasizes it by putting pitch accent on it (the word in bold). As a result, speaker A rapidly directs his/her attention towards the right position and finds the demanded information. This way of packing different elements of information in sentences is referred to as information structure (IS; Halliday, 1967; Jackendoff, 2002). It specifies what information in the sentences is important to the interlocutors, so that the listener knows where to target for the relevant information.

Different terminologies have been used to describe the distinctive elements in sentences invoked by IS, such as background-focus, topic-comment, theme-rheme, presupposition-focus, given-new (Chomsky, 1965; Karttunen & Stanley, 1979; Paterson et al., 2007; Steedman, 1991). Among these distinctions, background is generally, although not always, corresponding to topic, theme, presupposition and given, while focus is corresponding to comment, rheme and new. This thesis does not aim at further fine-grained conceptual distinctions, so the distinction of background-focus will be used

to cover the relevant distinctions in IS status. In this distinction, background refers to information that is shared between the interlocutors, while focus is new or contrastive information that is salient or new for the listener/reader (Günther, Maienborn, & Schopp, 1999).

There are several ways to mark IS, including position in question-answer pairs, prosodic features such as pitch accent (as described in the example above, the focus is in boldface), syntactic construction like it-cleft structure (*It is **beef** that mum bought to cook.*), word order (***Beef** mum bought to cook.*), focus-marking particles (*Mum **ONLY** bought **beef** to cook.*, the particle is capitalized), and information contrast (*Mum did not buy eggplant, she bough **beef** to cook.*). However, there is no linguistic universal for signaling IS. The way to express IS varies across languages (Gussenhoven, 2008). For instance, pitch accent is an important cue for differing between focused and non-focused information in Dutch languages, whereas it does not affect listener's perception or interpretation of speech in Italian language (Swerts, Krahmer, & Avesani, 2002). Nevertheless, the function that IS plays during language processing seems to be universal. I will present some evidences on the IS influence on language processing below.

1.1.2 Empirical studies on the IS influence on language processing

The linguistic functions of IS have been widely discussed in the linguistic literature. The discussions have mainly focused on describing multiple linguistic devices in marking IS and the interactions both within these markers and between the IS markers and other language layers (such as phonological, syntactic and semantic aspects). However, I will focus on the cognitive functions of IS during language comprehension.

Several behavioral studies suggest that focused and non-focused information are processed in different manners (Cutler & Fodor, 1979; Birch & Rayner, 1997). Cutler and Fodor (1979) found that the reaction time to detect a phoneme target in the answer sentence was faster when the target phoneme occurred in focused words. In an eye-tracking study (Birch & Rayner, 1997), the readers spent longer time reading the focused than the non-focused information. The difference in processing focused and non-focused information has been taken as evidence that IS modulates language processing by allocating more attentional resources to the focused than non-focused information.

In addition, experimental studies have shown that listeners are sensitive to the mapping between accent and new/given information status. For example, listeners are more likely to judge sentences as appropriate when the new information is accented and the given information is unaccented (Birch & Clifton, 1995). Moreover, comprehension time increases when the accent placement is inappropriate in the sentences (Bock & Mazzella, 1983; Terken & Nootboom, 1987). In studies of reference resolution, it has been shown that listeners took an accented word as introducing a new entity and a de-accented word as referring to a given entity (Dahan, Tanenhaus, & Chambers, 2002).

Recently, an increasing number of ERP (Event-Related Potential) studies revealed different brain responses to focused and non-focused information. These studies marked IS by means of various approaches: Bornkessel, Schlesewsky, & Friederici (2003) used question-answer pairs; Cowles, Kluender, Kutas, & Polinsky (2007) used "it-cleft" structure; and Stolterfoht, Friederici, Alter, & Steube (2007) used contrastive rhetoric. The results showed a relative positive shift for the focused relative to non-focused

information, although the latency range and scalp topography of the effects varied across studies. However, Li, Hagoort, & Yang (2008) operated discourse context to mark IS and found a larger N400 for focused (new/accented) information relative to non-focused (given/accented) information. The discrepancies might be due to the various ways of marking IS or the different languages examined in these studies. Although these ERP studies revealed distinctive brain responses to the focused and non-focused information, the functional significance of the responses remains an open question.

Moreover, several studies explicitly examined whether IS exerts influence on the level of representations of language input. In these studies, the level of processing was indexed by whether people noticed anomalies and inconsistencies in sentences. The fact that people sometime fail to notice the anomalies and inconsistencies has been referred to as semantic illusions (Erickson & Mattson, 1981). Interestingly, these studies showed that the occurrence of a semantic illusion became less frequent when the anomalous words were focused by an "it-cleft" structure (Bredart & Modolo, 1988) or by a surface marking such as capitalization or underlining of the critical word (Bredart & Docquier, 1989). These results suggest that people engaged in a deeper processing when the information was marked as focus.

Similar findings were observed in studies using a text-change detection paradigm (Sturt, Sanford, Stewart, & Dawydiak, 2004). In this paradigm, the subjects are presented with consecutive presentations of sentences, where some words are changed during the second presentation. The subjects are required to read the two presentations and decide whether any word has been changed on the second display. It has been found that the change detection rate increased for sentences where the changed words were focused by

an "it-cleft" structure (Sturt et al., 2004), by a *wh*-word in the context (Ward, Peter, Sturt, & Patrick, 2007), by italicization for the written words, and by accentuation for the spoken words (Sanford, Sanford, Molle, & Emmott, 2006). The different detection rates indicate that not all the information is processed equally. The changed words that are more likely to be detected must have been encoded in more detail and thus processed more deeply.

Overall, by comparing task performances between focused and non-focused information, these studies demonstrated that IS modulates the degree of elaboration of the language input. This modulation has been attributed to the assumption that focused information attracts more attentional resources and thus it is processed in more detail than non-focused information. Clearly, the role of IS during online language processing requires further investigation.

Meanwhile, the IS modulation of language processing indicates that not all of language input is processed to the same extent. The amount of elaboration during language processing has been referred to as depth of processing (Sanford, 2002; Sanford & Graesser, 2006). In the following section, I will discuss depth of processing in more detail.

1.2 "Depth of processing" in language comprehension

The notion of "depth of processing" was first put forward by Craik and Lockhart (1972) in the memory research field. They related the strength of memory traces to the depth of processing. The deeper analysis (e.g. semantic processing) leads to a more persistent memory trace than the shallow analysis (such as processing based on phonemic and orthographic information). However, this depth-of-processing notion should not be

confused with that used in language comprehension research (Sanford, 2002; Sanford & Graesser, 2006). In the language research literature, the depth of processing refers to the extent of elaboration during language processing. Different views have been expressed on the depth of language processing, which will be described below.

1.2.1 Traditional theories assume language processing to be complete and accurate

Various theories have been developed to explain how people combine meanings of individual words to derive meanings of sentences. Most of these theories assume that sentence processing is algorithmic and that meaning is derived compositionally. Two influential models that share this assumption are the garden-path model (Ferreira & Clifton, 1986) and the constraint-satisfaction model (MacDonald, Pearlmutter, & Seidenberg, 1994; Trueswell, Tanenhaus, & Garnsey, 1994).

The garden-path model proposes that syntactic analysis is computed initially, while contextual and pragmatic factors play a role at a later stage. After one interpretation is built, the contextual information is used to evaluate the plausibility of the interpretation. If the initial interpretation is not supported by the contextual information, then the initial analysis will be revised to be compatible with the context. In contrast, the constraint-satisfaction model assumes that all available information is processed at the same time and all possible syntactic analyses are computed at once. The analysis with the greatest support is chosen over its competitors.

These two classes of models emphasize different approaches to sentence processing. The garden-path model takes the sentence processing as a modular and serial process, while the constraint-satisfaction model advocates an interactive and parallel processing.

Nevertheless, both models assume that the interpretations of sentences are compositionally built up from multiple words according to the rules of syntax, and the meaning of these words are fully retrieved and combined by the parser to arrive at a final interpretation. In other words, these traditional theories assume that all the aspects of processing (e.g. syntactic and semantic) are complete, resulting in an accurate interpretations of the sentence input.

1.2.2 A shallow processing and good-enough representation in language comprehension

Although the traditional theories described above obtained substantial support from empirical studies, the notion that people always process information in an accurate and complete way is not biologically realistic, as humans are constrained by time and resource limitations. Increasing evidence supports the notion that language processing is sometimes only partial, and that semantic representations are often incomplete. Sanford & Sturt (2002) used the term "shallow processing" to refer to the finding that people process information less thoroughly or extensively under certain circumstances. This shallow processing may result in an underspecified representation of the language input. However, the underspecified representation may actually be "good enough" for the task at hand, since a fully specified interpretation of language will not be necessary. Therefore, this resultant interpretation is called a good-enough representation of language input, and the processing strategy is called "good-enough" (Ferreira et al., 2002).

One of the best ways to demonstrate the existence of shallow processing is the semantic illusion phenomenon. The so-called Moses illusion (Erickson & Mattson, 1981) is a good example of such a semantic illusion. When people were asked *How many*

animals of each kind did Moses take on the ark?, quite a few people gave a answer "two", failing to notice that it was Noah, not Moses who put animals on the ark.

A study using the text-change paradigm demonstrated the existence of shallow processing (Sturt et al., 2004). In this paradigm, as mentioned above, the subjects are required to read two consecutively presented sentences and decide whether any word has been changed on the second display. Results show that the detection rates are different depending on some variables, such as the semantic similarities between the substituted word and the original word, and the position of the substituted words in the sentence (main clause or subordinate clause).

Further evidence comes from studies on the misinterpretation of passive sentences. Ferreira (2003) presented subjects with passive sentences whose meanings were contradictory to the world knowledge, e.g. *The dog was bitten by the man*. They found that the subjects very often took the implausible passive sentences to be plausible. In addition, the subjects tended to indentify the agent as *the dog* and the patient as *the man* in line with their world knowledge. This misinterpretation reflects that people use semantic heuristics rather than syntactic algorithms to get the meaning of counterintuitive passives.

In sum, language processing is sometimes incomplete and that semantic representations are often inaccurate. In this thesis, good-enough processing is assumed to be the default mode of language comprehension. Markings of IS might help in determining which element in the input should be processed more deeply. In the next section, some factors influencing the depth of processing will be discussed.

1.2.3 Some factors influencing the depth of processing

After showing that language processing is often shallow and incomplete, an important question is under what circumstances shallow processing occurs. In other words, what are the conditions that favor shallow or deeper processing? What level of representation may be good enough for any given situation? As already discussed above, an important factor that affects the depth of processing is the information status of a particular word, which is marked by IS. Generally, the focused information represents the most important information. Hence, it recruits more attentional resources and gains more elaborate processing compared to the non-focused information. Next I will introduce another four factors that have been shown to modulate the depth of processing: context, cognitive load, experimental task and individual differences.

One factor that affects the amount of processing for a word is the sentence or discourse context in which words are presented. Generally, the word that fits the context better is more likely to receive a shallow processing. If the word does not fit into the context, it is more likely to be attended to and processed more deeply. This claim was supported by the study of Barton and Sanford (1993). They found that the anomaly detection rate of "survivors" in the sentence *where should the survivors be buried?* (The survivors are still alive!) depended on the contexts (in an airplane crash or a bicycle accident scenario). Relative to the bicycle accident, the airplane crash causes more serious damages and it strongly primed the meaning of dead victims. As a result, the strong contextual information from the airplane scenario leads to the occurrence of the semantic illusion. Therefore, the context plays an important role in how elaborately a word will be analyzed.

The depth of processing is also affected by subjects' cognitive load. People engage in shallow processing when the sentences are harder to process and require more processing efforts. Since the length of texts may elicit higher processing load, the detection rate of contradictory information was higher in shorter texts compared to longer texts (Glenberg, Wilkinson, & Epstein, 1982). In addition, Baker & Wagner (1987) found that subjects were more likely to detect the errors that occurred in the main clause than that in the subordinate clause, because the subordinate clause imposed higher processing loads. Evidence also comes from studies using the text-change detection paradigm (Sanford, Sanford, Filik, & Molle, 2005). The processing load was manipulated by syntactic structure such as object relative clauses (high load) versus subject relative clauses (low load), or noun phrases (high load) versus personal pronouns (low load). They found that the detection rates were higher when the processing load was lower, which indicates a deeper level of processing under a lower cognitive load.

In addition, experimental task settings also influence the degree of processing. The task settings determine the strategies people choose given the purpose of a given situation. For instance, the detection of a semantic anomaly was found to be higher when the task instructions emphasized accuracy rather than both speed and accuracy (Jaarsveld, Dijkstra, & Hermans, 1997). Two ERP studies (Chwilla, Brown, & Hagoort, 1995; Gunter & Friederici, 1999) showed that ERP responses to semantic associations and syntactic violations (N400 and P600 effects respectively) were larger when the tasks involved a deep processing demand (lexical decision task and grammaticality judgment task respectively), compared to the tasks that required only shallow processing (to

discriminate between uppercase and lowercase letters or words). Therefore, we should take the task demands into account when investigating the level of processing.

Last, there are individual differences in the depth of processing. It was found that less skilled readers were more likely to miss the errors in sentences than the more skilled readers, which suggests that less skilled readers rely on global coherence more often whereas more skilled readers monitor both local and global coherence (Daneman, Lennertz, & Hannon, 2007; Hannon & Daneman, 2001, 2004). It was also shown that older adults were more likely to endorse incorrect interpretations in some sentences containing illusions (Christianson, Willians, Zacks, & Fernanda, 2006), which indicates that older adults rely more on good-enough processing heuristics to compensate for age-related deficits in working memory capacity.

Overall, empirical studies employed a diverse range of experimental paradigms to demonstrate that language processing is often shallow and incomplete. Nevertheless, the resultant representations are often sufficient for the purpose of communication. The occurrence of shallow processing depends on several factors: the information status determined by IS, the already activated context, the current cognitive load, the experimental tasks, as well as individual variability. In this thesis, I will further investigate how IS modulates the depth of processing while controlling for the other factors. These studies will also shed light on the underlying neural mechanisms of this modulation by utilizing both ERP and fMRI techniques.

1.3 Research methods

In this thesis, I will report four experiments. The first three experiments (in chapter 2, 3 and 4) employed the Event-Related Potential (ERP) technique to investigate how IS

influences the depth of processing online during language comprehension. In chapter 5, the functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) technique was used to examine the hypothesis that IS markers might recruit attentional resources in the brain to support a deeper level of processing. We will briefly introduce these two methods below.

1.3.1 Event-Related Potential (ERP)

ERP reflects the electrophysiological brain activity that is time-locked to a particular cognitive event. It is derived from scalp-recorded EEG (electroencephalogram) by averaging signals over a large number of trials. The rationale behind this method is that the randomized voltage fluctuations recorded in EEG will be cancelled out during the averaging procedure, and the resultant ERP reflects the cognitive process elicited by a particular type of event.

The averaged ERP waveforms include a series of positive and negative peaks, which are referred to as ERP components. These ERPs do not represent absolute voltages, but reflect differences in potential between the electrode site at which the ERPs are recorded and a reference electrode that is assumed not to record any neural activity, e.g. the mastoid bone behind the ear. Note that it is important to distinguish between an ERP component and an ERP effect. While the ERP component shows brain responses elicited by a particular stimulus in one experimental condition, the ERP effect reflects amplitude difference evoked in two conditions. The ERP effect can inform us about the modulation of an underlying cognitive process on brain responses.

The ERP technique has several advantages. First of all, it is non-invasive while detecting brain responses to certain type of stimuli. Second, it has a high temporal resolution in the order of milliseconds. Last but not the least, it does not require

additional tasks (e.g. judgment of semantic or grammatical violations) over and above the natural one, which is comprehending language input. So the cognitive process can be examined in a more natural laboratory setting. However, one weakness of the ERP method is that not all neural activities underlying cognitive functions are reflected in ERPs. A large amount of activities that are not phase-locked to the event are averaged out. These activities also contain useful information (Weiss et al., 2005). Another disadvantage of ERP is the poor spatial resolution. The electrical signal is smeared out over the skull, which makes it hard to establish where the neural activities originate. Therefore, in order to localize the sources of the involved cognitive process, other neuroimaging techniques, such as MEG or fMRI need to be utilized.

1.3.2 Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI)

Another neuroimaging technique, fMRI, localizes brain regions that are related to different cognitive process by measuring the blood oxygen level dependent (BOLD) response. Active neurons consume more energy and therefore more oxygen, which in turn causes increased blood flow and blood volume in the relevant neural tissue. These changes affect the magnetic properties of the blood, and can be measured using a strong magnetic field (expressed in Tesla). The measured signals are an indirect and delayed (about 4-6 seconds) reflection of neural activity in response to the stimuli. However, by comparing the response of brain regions in different conditions, inferences can be drawn about which brain region are sensitive to the experimental manipulation. Therefore, with the advantage of excellent spatial resolution (in millimeters), fMRI is a useful tool for investigating brain regions involved in language processing.

1.4 Outline of the thesis

This thesis aims to explore how IS modulates the depth of language processing, as well as the neural basis of this modulation. Given both the high temporal resolution and no requirement of additional tasks, the ERP method was used in the first three studies. In chapter 2, IS is marked by question-answer pairs in written language. Its influence on the depth of semantic processing is investigated. In chapter 3, IS is manipulated by both question-answer pairs and pitch accent in spoken language. In this way, we can examine the relative contribution of these two IS markings as well as their interaction in the depth of semantic processing. In chapter 4, the depth of syntactic processing is studied under the influence of IS marked by question-answer pairs in written language. After that, using fMRI, chapter 5 identifies neural correlates that are associated with IS marking by means of pitch accent in spoken sentences. Finally, in chapter 6, the results are summarized and a general discussion about the role of IS in language processing is presented.

Chapter 2

Semantic illusion depends on information

structure: ERP evidence

This chapter is a slightly modified version of:

Wang, L., Hagoort, P., & Yang, Y. (2009). Semantic illusion depends on information structure: ERP evidence. *Brain Research, 1282*, 50-56.

Abstract

Next to propositional content, speakers distribute information in their utterances in such a way that listeners can make a distinction between new (focused) and given (non-focused) information. This is referred to as information structure. We measured event-related potentials (ERPs) to explore the role of information structure in semantic processing. Following different questions in *wh*-question answer pairs (e.g. *What kind of vegetable did Ming buy for cooking today? / Who bought the vegetables for cooking today?*), the answer sentences (e.g., *Ming bought eggplant/beef to cook today.*) contained a critical word, which was either semantically appropriate (*eggplant*) or inappropriate (*beef*), and either focus or non-focus. The results showed a full N400 effect only when the critical words were in focus position. In non-focus position, a strongly reduced N400 effect was observed, in line with the well-known semantic illusion effect. The results suggest that information structure facilitates semantic processing by devoting more resources to focused information.

2.1 Introduction

People communicate what they believe to be new or important. However, to do this most people do not realize that they arrange the information in a highly structured manner. For example, in the conversation *What did you eat for dinner?/ I ate **beef** for dinner*, the *wh*-phrase in the question indicates what information the requester expects. In the answer, the *beef* is newly supplied information, which is the focus of the sentence, whereas the remaining part of the sentence is associated with the previous context, which is the common background shared by the speaker and listener. This way of connecting new information (focus) with previously given information (background) during communication is part of information structure (IS; Jackendoff, 2002). As described in the example, IS usually consists of two elements: background and focus. Background refers to the information that is already available in the mind of the listener/reader, while focus refers to the part of utterance that represents the new or contrastive information (Günther et al., 1999). There are several approaches to realize IS, such as position in question-answer pairs (as in the example, focus is in bold), syntactic constructions like it-cleft sentence (*It is **beef** that I ate for dinner.*), and accentuation in spoken language (*I ate **BEEF** for dinner*. The accented word is marked in capitals).

Several behavioral studies suggest that the focused information receives more attention and attains deeper processing than non-focused information (Birch & Rayner, 1997; Cutler & Fodor, 1979; Ward, Sturt & Patrick, 2007). In a recent ERP study, Li, Hagoort et al., (2008) found that more resources were devoted to information that was marked as new (focus) by accentuation. These results suggest that not all information in utterances is processed to the same degree. The focused information gains more attention

and is thus processed deeply, while non-focused information receives less attention, and might be processed to a lesser extent. To test this further, we made use of a phenomenon called the semantic illusion.

The semantic illusion was first reported by Erickson and Mattson (1981). It is an indication that listeners may indeed fail to represent particular information from the input. For example, participants did not notice that it was Noah rather than Moses who should be identified in the sentence *How many animals of each kind did Moses take on the ark?* (Erickson & Mattson, 1981). The probability of a semantic illusion is affected by a number of factors, such as word similarity (Shafto & MacKay, 2000; Van Oostendorp & De Mul, 1990), processing difficulty (Barton & Sanford, 1993), surrounding context (Hannon & Daneman, 2001) and syntactic form (Büttner, 2007). The semantic illusion reflects the depth of semantic processing, and can be modulated by allocation of attention (for reviews see Sanford, 2002; Sanford & Sturt, 2002).

To investigate the influence of the focus status on the detection of semantic illusion, Bredart and Modolo (1988) instructed participants to evaluate the truth of two statements such as *Moses put two of each kind of animal on the ark.* and *It was Moses who put two of each kind of animal on the ark.* They found that the detection rate was higher when the critical word was focused in the cleft sentence, indicating that the focus status of *Moses* triggers a fuller and more elaborate analysis. However, the detection rate is a relatively indirect index for studying the underlying cognitive process, and the task itself might make the semantic illusions more salient.

In this study, we aim to investigate whether IS modulates the semantic illusion effect in online processing. If IS influences the depth of processing, the semantic illusion

might only occur when information is not in focus, but should not occur with focused information. This hypothesis was tested using a well-known ERP component, the N400. The N400 is a negativity that peaks around 400ms after stimulus onset, with a centro-parietal maximum distribution (Kutas & Hillyard, 1980). The N400 amplitude varies as a function of how easily a word is integrated into or activated by the previous context. For instance, words that are semantically anomalous in the sentence context elicit a larger N400 than semantically coherent words, which is classified as an N400 effect (Hagoort, Hald, Bastiaansen, & Petersson, 2004; Kutas & Federmeier, 2000). Moreover, the N400 is also sensitive to the constraints provided by a single open class word or a wider discourse (see Kutas, Van Petten, & Kluender, 2006 for a review). An ERP study on the semantic illusion by Nieuwland and Van Berkum (2005) found no N400 difference between anomalous and normal words when listeners failed to notice the anomaly. Consequently, we can interpret the absence of a regular N400 effect to a semantic anomaly as the online manifestation of a semantic illusion.

To investigate whether the IS plays a role in the occurrence of a semantic illusion, we manipulated IS by using *wh*-question answer pairs. The constituent of the answer corresponding to the *wh*-word in the question usually conveys important and/or new information and thus has a focus status, while the part of the answer referring to information stated in the question has a non-focus status (Jasinskaja, Mayer, & Schlangen, 2004). Additionally, the semantic appropriateness (appropriate vs. inappropriate) of focused and non-focused constituents in the answer sentence was manipulated. The N400 effect to the semantic anomaly was used to indicate the depth of semantic processing. We hypothesized that readers allocate more attention to focused words, and process them

more deeply than non-focused words. Consequently, we expected anomalous words to show an N400 effect when in focus position, but a smaller or no N400 effect in non-focus position.

2.2 Methods

2.2.1 Participants

Twenty-two university students (mean age 20 years, range 19-23; twelve males) served as paid volunteers. They were all native speakers of Chinese with normal or corrected to normal vision, and without any neurological impairment. They signed the informed written consent form according to the local ethics committee and the declaration of Helsinki. The data of four participants (all were males) were excluded because of excessive artifacts.

2.2.2 Materials

The stimuli consisted of 200 experimental stimuli and 120 fillers in Chinese. In each experimental item, the *wh*-question established the context and projected the focus position in the answer. The semantic appropriateness of the critical word in the answer was manipulated accordingly. The critical word in the answer sentence was either in focus or non-focus position, and it was either semantically appropriate or inappropriate in relation to the *wh*-question context (see Table 2.1 for more details). The inappropriate words were semantically related to their appropriate counterparts, but unsuitable in the context (e.g. in the context *What kind of vegetable did Xiao Ming buy for cooking today?*, both *eggplant* and *beef* can be cooked and eaten, but *beef* is not a vegetable).

Semantically appropriate and inappropriate words were matched on average frequency per million (mean \pm SD = 160.70 \pm 447.36; 232.66 \pm 759.26 respectively) based on information provided by Beijing Institute of Language (1986). The difference in frequency was not significant ($t_{(199)} = -1.28, p > .01$). The critical words were all two-character words, and for each item, the words preceding and following the critical words in the answer sentences were identical for all four conditions. Critical words were never in sentence-initial or sentence-final position. The local congruency of the answers was not disrupted by the inappropriateness of the critical words.

Table 2.1. An example of all four conditions for one experimental item, with a statement requiring a response.

(a) Focus/appropriate

What kind of vegetable did Xiao Ming buy for cooking today?

Today Xiao Ming bought eggplant to cook.

(b) Focus/inappropriate

What kind of vegetable did Xiao Ming buy for cooking today?

Today Xiao Ming bought beef to cook.

(c) Non-focus/appropriate

Who bought the vegetables for cooking today?

Today Xiao Ming bought eggplant to cook.

(d) Non-focus/inappropriate

Who bought the vegetables for cooking today?

Today Xiao Ming bought beef to cook.

Statement

Xiao Ming did not cook today.

Note: The examples were translated from the original Chinese materials, with the critical words underlined. This statement is incorrect, which requires the press of "F" on the keyboard.

The experimental design was fully factorial, combining all conditions of IS (focus, non-focus) and Semantics (appropriate, inappropriate). The four conditions of each experimental item were distributed among four lists, each containing an equal number of items (50 trials) per condition. In addition, there were another 120 *wh*-question answer pairs serving as fillers (60 correct pairs, 30 pairs with a standard semantic violation and 30 pairs with a syntactic violation in the answer sentence).

2.2.3 Procedure

Participants read 320 *wh*-question answer pairs in pseudo-random order (200 of which were critical for the current study). The stimuli were presented in font size 18 as white characters on a black background at the center of a computer screen, positioned approximately 80 cm away from the participants. A trial started with a fixation cross (duration 1000ms) in the center of the screen, followed by a question that was presented as a whole sentence for 3000ms. After a 1000 ms black screen, the answer was presented word by word, with each word appearing for 300 ms, and an inter-stimulus interval (ISI) of 200 ms. Participants were told not to move or blink when individual words appeared. To ensure that participants read for comprehension, they were required to judge a statement following the answer, or to make a response to "blank" within 3000ms. The statement was related to the presented item but did not refer to the content of the semantic anomaly. The statements appeared following 67 experimental stimuli and 40 fillers, equally distributed among all conditions. The participants were instructed to press buttons on the keyboard: the letter symbol "J" for a correct statement with the right forefinger; the letter symbol "F" for an incorrect statement with the left forefinger; the space bar for a response to "blank" with the right thumb. The next trial began immediately after the

response. Each participant began with a practice session consisting of eight trials; then all experimental trials were presented in four blocks (80 items per block) of about fifteen minutes each, separated by brief rest periods.

2.2.4 Electroencephalogram (EEG) recording and preprocessing

The EEG was recorded by a NeuroScan system, with a cap containing 64 Ag/AgCl electrodes mounted according to the International 10-20 system. The left mastoid electrode served as the reference, and a forehead electrode served as the ground. The vertical eye movements and blinks were monitored via a supra- to suborbital bipolar montage. A right to left canthal bipolar montage was used to monitor the horizontal eye movements. All electrode impedances were kept below 5 K Ω during the experiment. Recording was done with a band pass filter of 0.05 Hz - 100 Hz and a sampling frequency of 500 Hz.

The EEG data were re-referenced off-line to the linked mastoid. Electro-oculogram (EOG) artifacts were automatically corrected by NeuroScan software (Semlitsch, Anderer, Schuster, & Presslich, 1986). Data were filtered off-line with a 40Hz low-pass filter. Critical epochs ranged from 200 ms before to 1200 ms after the onset of the critical word, with 200 ms before the onset serving as the baseline. The artifact rejection criterion was $\pm 75 \mu\text{V}$. Since there was much slow wave drift in the raw signal, we used linear detrend corrections (linear detrend module of Neuroscan 4.3 software) followed by baseline correction before artifact rejection to five participants. Four participants (all males) were excluded because the total rejection rate exceeded 30%. The averaged trial loss was 16% across all remaining participants, with the remainder evenly distributed among conditions. For each participant, remaining trials were averaged for each of the four conditions.

2.3 Results

2.3.1 Behavioral results

On average, participants gave a correct response to 97% of the statements, indicating that they did attend to the materials. None of the statements referred to the content of the semantic anomaly.

2.3.2 ERP results

Figure 2.1 displays the grand average waveforms elicited by the four different conditions at nine representative electrodes (F3/C3/P3, FZ/CZ/PZ, F4/C4/P4). In view of the effects revealed by the grand averages, two time windows were selected for the statistical analysis: (a) The standard N400 in the time window 300-500 ms; (b) The late positivity between 500-650 ms. Using mean amplitude values computed for each participant, each condition and each time window, analysis of variance (ANOVAs) were conducted to four factors: IS (focus, non-focus), Semantics (appropriate, inappropriate), Region (anterior, central, posterior) and Hemisphere (left, midline, right). When the degree of freedom in the numerator was larger than one, Greenhouse-Geisser correction was applied.

2.3.2.1 300-500 ms

The results revealed a significant main effect for Semantics ($F_{(1, 17)} = 21.47, p < .001$), with semantically inappropriate words eliciting a larger negativity than appropriate words. In addition, there were main effects for Region ($F_{(2, 34)} = 4.89, p < .05$) and Hemisphere ($F_{(2, 34)} = 3.91, p < .05$).

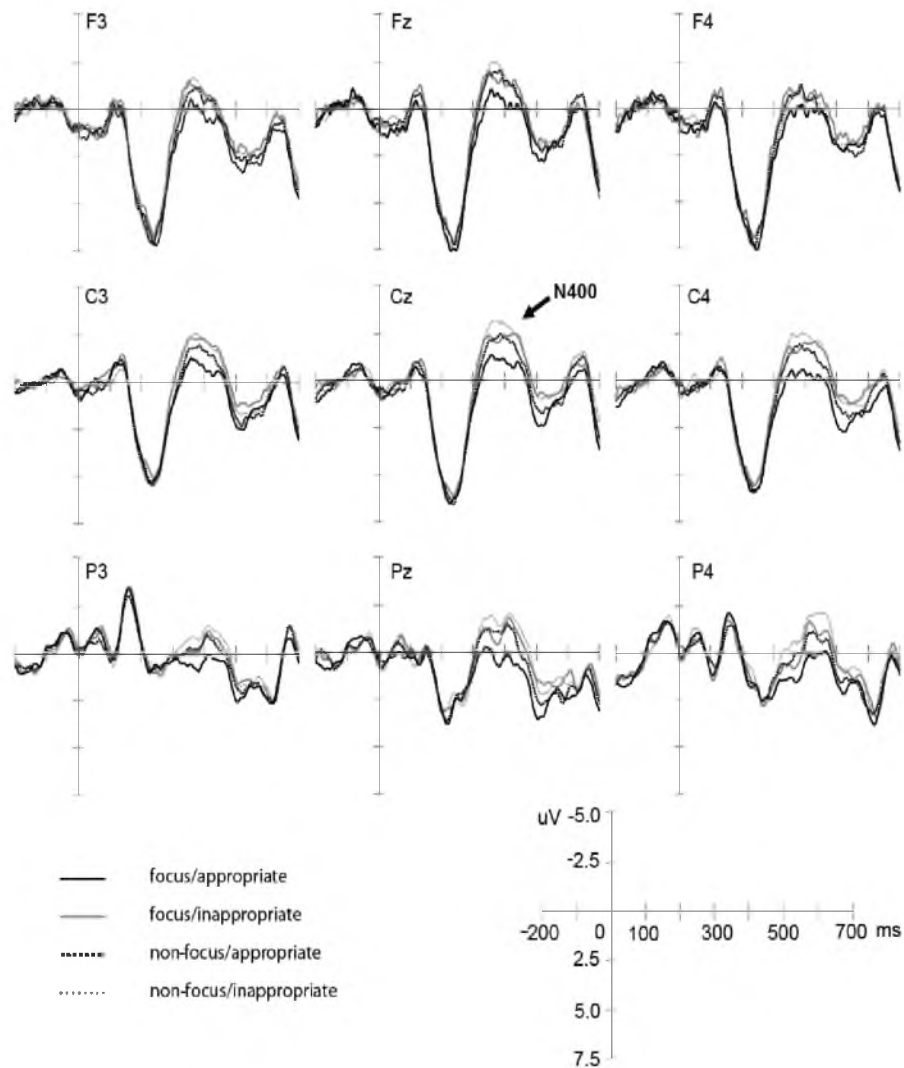


Figure 2.1. Grand average waveforms ($N = 18$) evoked by the critical words as a function of IS status and semantic appropriateness at 9 selected electrode positions. Waveforms are time-locked to the onset of the critical words. Negative amplitude is plotted up.

As can be seen in Figure 2.2, importantly there was a significant interaction between Semantics and IS ($F_{(1, 17)} = 4.72, p < .05$). A further simple-effect test showed a significant N400 difference between semantically appropriate and inappropriate words in focus position ($F_{(1, 17)} = 29.66, p < .001$), but not in non-focus position ($F_{(1, 17)} = 1.76, p = .20$). (Note that in the non-focus condition, the interaction between Semantics and

Region was not significant ($F_{(2, 34)} = 2.46$, $p = .10$), although the visual observation of the waveforms shows different patterns at frontal, central and posterior areas.) Comparing the amplitudes in the semantically appropriate conditions, we can see that the N400 amplitude of non-focus was significantly larger than focus ($F_{(1, 17)} = 10.88$, $p < .01$), while there was no significant difference between the N400 amplitudes in the inappropriate condition ($F_{(1, 17)} < 1$, $p = .95$).

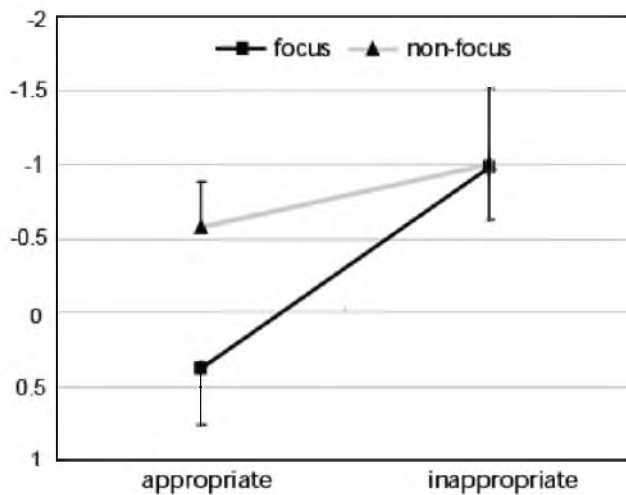


Figure 2.2. Mean N400 amplitudes (μV) and standard error across the 9 selected electrodes. The semantic anomaly caused an N400 effect for focused information, while no reliable N400 effects was observed for non-focused information.

Visual inspection of Figure 2.1 suggests that at the central and posterior electrodes, the semantically inappropriate words in the non-focus condition also elicited an N400 effect. Because the N400 is typically centrally or posteriorly distributed, we performed separate ANOVAs for the central (C3/CZ/C4) and posterior (P3/PZ/P4) electrodes, despite the absence of a significant interaction between IS, Semantics and Region ($F_{(2, 34)} = 1.62$, $p = .21$). First, for the central electrodes (C3/CZ/C4), the simple-effect test showed similar results as the overall analysis; that is, a significant N400 effect was only found for focus ($F_{(1, 17)} = 34.58$, $p < .001$) but not for non-focus ($F_{(1, 17)} =$

2.28, $p = .15$). Second, for the posterior electrodes (P3/PZ/P4), the simple-effect test revealed that the N400 effect was elicited for focused words ($F_{(1,17)} = 14.45$, $p < .01$); for non-focused words, a marginally significant effect was obtained ($F_{(1,17)} = 4.28$, $p = .054$). These results demonstrate that IS can modulate the occurrence of a semantic illusion. The N400 effect elicited by a semantic anomaly was reliably observed for focused information, but sharply reduced and restricted for non-focused information.

In order to better illustrate the overall N400 effect, Figure 2.3 shows the scalp topographies of different contrast conditions. Figure 2.3A was calculated by subtracting the ERPs for the semantically appropriate words from that for the inappropriate words in focus position, revealing the distribution of semantic anomaly effect for focused words. Figure 2.3B was obtained by subtracting the ERPs for the semantically appropriate words from that for the inappropriate words in non-focus position, showing the distribution of semantic anomaly effect for non-focused words. Figure 2.3C was derived from subtraction of ERPs for the focused words from that for the non-focused words in the semantically appropriate condition, reflecting the topographic feature of focus processing. The comparison between Figure 2.3A and Figure 2.3B confirmed our results that the N400 effect of focused information was larger than non-focused information. Meanwhile, Figure 2.3A and Figure 2.3C were both consistent with the classical N400 distribution, with a broader distribution for the semantic anomaly effect than for focus processing.

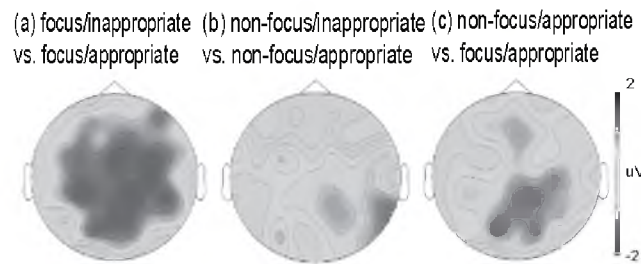


Figure 2.3. Topographies were computed from values resulting from the subtractions of A. ERPs for focus/inappropriate from that for focus/appropriate, B. ERPs for non-focus/inappropriate from that for non-focus/appropriate and C. ERP for non-focus/appropriate from that for focus/appropriate in the N400 time window between 300 and 500ms.

2.3.2.2 500-650 ms

The ANOVA analysis in time window 500-650ms only showed main effects for Semantics ($F_{(1, 17)} = 6.14, p < .05$) and Region ($F_{(1, 17)} = 3.93, p < .05$), but no significant main effect for IS or any interactions. The semantically appropriate words elicited a significantly larger positivity than inappropriate words, whose trend was similar to the preceding N400. Therefore, we can interpret it as an aftereffect of N400 due to overlapping components.

2.4 Discussion

The main purpose of the present study was to investigate how IS influences online semantic processing. We found that both focused and non-focused words elicited the N400 during semantic processing. Whereas the semantic anomaly of focused words generated an N400 effect, the processing of non-focused words showed a very reduced N400 difference between the semantically appropriate and inappropriate conditions. These results indicate that people were able to rapidly discriminate the information with different IS status. We will discuss the results in more detail below.

2.4.1 The natural mechanism of IS in semantic integration

The present results revealed that the N400 effects caused by a semantic anomaly were different for the focused and non-focused information. If the information is in focus position, the anomaly induced a classical N400 effect. A sharply reduced N400 effect was found with the same information in non-focus position. The N400 effect for contextually marked focus was also recently observed by Li, Yang, & Hagoort (2008). These results confirmed our hypothesis that the focused information gained more resources and was thus processed thoroughly, while non-focused information received reduced resources, resulting in the semantic illusion.

The role of IS in modulating processing resources has been studied in several papers. Using a phoneme monitoring task, Cutler & Fodor (1979) showed that the detection of target phonemes was quicker when they belonged to focused phrases, which suggested that the focused words received more attention. Additionally, Birch & Rayner (1997) found that readers looked longer at focused than non-focused words, which led to enhanced representations for focused information. In line with this, Sanford et al. (2006) used a text-change procedure in which texts were repeated with some changes to a word on the second display. They found that change detection increased when the written words were italicized or the spoken words were accented. This was interpreted as a clear indication that stressed words captured more attention and increased depth of processing. In accordance with these findings, the N400 effect elicited by focused information in our study indicated that elaborative processing took place and thus that the semantic anomaly was successfully detected. On the contrary, the illusion phenomenon observed for non-focused information implied that non-focused words were less elaborately processed,

which might lead to a failure in detecting the semantic anomaly. The dissociation of N400 effects for focused and non-focused information demonstrates the role of IS in modulating processing resources for semantic analysis.

Moreover, we found that non-focused information elicited a larger N400 than focused information in the semantically appropriate condition, which provides further evidence for the role of IS in manipulating processing resources. In our study, people have clear expectations as to where the demanded information would be provided in the answer, namely in the focus position, and they therefore allocate more processing resources to focused information. Consequently, people could immediately associate the information provided in the answers with what was expected in the question. Conversely, fewer resources are allocated to non-focused information, and accordingly the extra information in non-focus position might be harder to integrate or activate. Numerous studies have reported that the processing of content words elicits an N400 component (Guo, Qi, Peng, & Yan, 2008; Münte et al., 2001; Van Petten & Kutas, 1991). It has also been shown that the easier the integration, the smaller N400 amplitude (Hagoort et al., 2004; Kutas & Federmeier, 2000). Therefore, the non-focused words elicited a larger N400 than focused words, whose N400 was reduced due to easier integration.

There are two possible reasons why people may allocate fewer resources to the non-focused information. One explanation is that, in the non-focus condition, people tend to partly skip the extra information once they have encountered the requested information in the answer sentence. Another interpretation is related to the limitation of cognitive resources. People dedicate more resources to information that is thematically marked as new than to old or other information in the answer (i.e. agent or theme in our

question-answer pairs). It's hard to distinguish between these two possibilities in the current study, but our results do provide insights into understanding how IS influences the allocation of processing resources.

2.4.2 The immediacy of semantic integration in discourse

Our results also support the view that people immediately integrate the incoming information into a prior context (George, Mannes, & Hoffinan, 1994; Nieuwland & Berkum, 2006; Otten & Van Berkum, 2007; van Berkum, Zwitserlood, Hagoort, & Brown, 2003). In the present study, the critical words were fully congruent with the local sentence but only sometimes inappropriate relative to the question context. If the reader would only attempt a local integration, all words could be integrated without any difficulty within the answer sentence and thus no N400 effect would be observed. However, the anomaly of focused information did elicit an N400 effect, which indicated that all information is integrated immediately within a broader context (George et al., 1994; Nieuwland & Berkum, 2006; Otten & Van Berkum, 2007; van Berkum et al., 2003). This kind of immediacy suggests that the IS modulates semantic integration very quickly. In addition, the focused information elicited a smaller N400 than the non-focused information, which suggests that people actively integrate information during language processing, since the context induced an expectation that new information would appear in a particular position, which helped the semantic processing of the critical noun.

2.4.3 Conclusions

The present study suggests that IS affects semantic processing immediately, as reflected in the N400 response. IS could lead people to quickly allocate more processing resources to the privileged focus, thereby facilitating its semantic integration, whereas non-focused information recruits less resources, which could lead to a semantic illusion.

Acknowledgement

This study was supported by the National Natural Science Foundation of China (Contract grant number: 30370481 and 60775026).

Chapter 3

The influence of information structure on the depth of semantic processing: How focus and pitch accent determine the size of the N400 effect

This chapter is a slightly modified version of:

Wang, L., Bastiaansen, M., Yang, Y., & Hagoort, P. (2011). The influence of information structure on the depth of semantic processing: How focus and pitch accent determine the size of the N400 effect. *Neuropsychologia*, 49(5), 813-820.

Abstract

To highlight relevant information in dialogues, both *wh*-question context and pitch accent in answers can be used, such that focused information gains more attention and is processed more elaborately. To evaluate the relative influence of context and pitch accent on the depth of semantic processing, we measured Event-Related Potentials (ERPs) to auditorily presented *wh*-question answer pairs. A semantically incongruent word in the answer occurred either in focus or non-focus position as determined by the context, and this word was either accented or unaccented.

Semantic incongruence elicited different N400 effects in different conditions. The largest N400 effect was found when the question-marked focus was accented, while the other three conditions elicited smaller N400 effects. The results suggest that context and accentuation interact. Thus accented focused words were processed more deeply compared to conditions where focus and accentuation mismatched, or when the new information had no marking. In addition, there seems to be sex differences in the depth of semantic processing. For males, a significant N400 effect was observed only when the question-marked focus was accented, reduced N400 effects were found in the other dialogues. In contrast, females produced similar N400 effects in all the conditions. These results suggest that regardless of external cues, females tend to engage in more elaborate semantic processing compared to males.

3.1 Introduction

Conversation is one of the most common ways of communication in social life. Whether consciously or unconsciously, people generally construct their utterances by following particular rules. Take the following dialogue as an example: Speaker A: *What kind of vegetable did mum buy to cook?* Speaker B: *Mum bought EGGPLANT to cook.* Speaker A brings up a topic and opens a slot for speaker B to fill in, and speaker B provides the relevant information (the word in capitals) and emphasizes it through accentuation to make communication more efficient. Therefore, the information put forward by speaker A becomes common ground between the interlocutors, whereas the information provided by speaker B (*eggplant*) is highlighted relative to the shared knowledge. This way of linking novel information with given information is termed information structure (IS; Jackendoff, 2002). Generally speaking, IS contains two elements: background and focus. The background is usually shared information between the interlocutors, while the focus is the new or contrastive information that is salient to them (Günther et al., 1999). Two prominent means by which such salient information is placed in focus are (i) the context of the ongoing discourse (such as a *wh*-question in a question-answer pair), and (ii) prosodic features (for Dutch mainly pitch accent). For the sake of clarity, we will refer to requested and background information as "focus" and "non-focus" respectively, and to the information marked by prosodic features as "accented" and "unaccented" information.

Behavioral studies have shown that in languages such as English and Dutch language comprehension is faster and easier when focused information is accented and non-focused information is unaccented (Bock & Mazzella, 1983; Dahan et al., 2002; Terken & Nootboom, 1987). Moreover, focused information receives more attention and

is processed more deeply (Birch & Rayner, 1997; Cutler & Fodor, 1979; Ward et al., 2007).

Several ERP studies have investigated temporal aspects of the influence of IS on language comprehension, in different languages. However, the results are not straightforward. For missing accentuation (i.e. focus information that is unaccented), most studies consistently found negative shifts compared to accented conditions, with varying time windows and scalp topographies: an anterior negativity between 100 and 500 ms in English (Johnson, Breen, Clifton, & Morris, 2003); an anterior negativity between 250 and 1500 ms in Japanese (Ito & Garnsey, 2004); a centro-parietal N400 effect between 200 and 600 ms in German (Hruska & Alter, 2004); a sustained central posterior negative deflection lasting about 500 ms in German (Toepel, Pannekamp, & Alter, 2007); broadly distributed negative effects between 150 and 1050 ms for sentence-final words in French (Magne et al., 2005); a negativity in central posterior areas between 300 and 900 ms in Chinese (Li, Yang et al., 2008). Whereas another two studies found a positive shift during 100-750 ms over left hemisphere sites in German (Heim & Alter, 2006, 2007). ERP responses for the opposite case (i.e. non-focused information that is accented) were even less consistent: Hruska & Alter (2004), Ito & Garnsey (2004), Johnson et al. (2003) and Toepel et al. (2007) found no specific effects for the unexpected accentuation, while Magne et al. (2005) observed a positive effect between 300 and 600 ms in the frontal area, and Li, Hagoort et al. (2008) found an N400 effect (200-700 ms) with central posterior distribution. In the two studies by Heim & Alter (2006, 2007), ERP responses to extra accentuation were dependent on the relative position between accentuation and focused information: extra accentuation that was far

ahead of focused information elicited a positive shift between 150 and 250 ms, while extra accentuation that was placed at the word next to the focus information evoked a negative shift over central sites between 100 and 550 ms.

The heterogeneity of these results may be partly explained by between-study differences. For instance, these studies differ in languages, types of context (*wh*-question, short discourse or single sentence with the particle word "*even*"), secondary tasks (to judge the appropriateness of the prosodic pattern, to evaluate the discourse meaning, or a delayed lexical probe), and the position of the mismatch between accentuation and focused information (sentence initial, medial or final). Moreover, in all these studies there were methodological issues related to baseline differences. Since one sentence contains two words that have opposite accentuation patterns, the words before the critical words influence the ERPs to the critical words differently in different conditions. Most importantly, given the ERP responses to the correspondence between context and accentuation examined in previous studies, it is difficult to distinguish between the perception of IS and its consequence on semantic processing, that is, the depth of semantic processing.

The notion of "depth of processing" was first put forward by Craik and Lockhart (1972) in the framework of memory research. Craik and Lockhart (1972) proposed that the memory trace can be described in terms of depth of processing, with deeper analysis leading to a more persistent trace. This depth-of-processing notion should not be confounded with the depth-of-processing concept often used in language comprehension research (see Sanford, 2002 for a review; and Sanford & Graesser, 2006 for another excellent discussion of the concept). In this context, depth of processing refers to the

notion that, depending on aspects such as communicative intent, or linguistic context, language is processed either more or less elaborately. In Sanford et al.'s terminology, shallow processing involves an incomplete semantic analysis, which leads to an incomplete, or at least underspecified and/or partial representation of the linguistic input, that may or may not be good enough for the task at hand. Although the conditions under which shallow (as opposed to deep) processing occurs is still an open question, an influential view on shallow processing is that it occurs as a "good enough" strategy that people use for purposes of cognitive efficiency (Ferreira et al., 2002).

One way of demonstrating the existence of shallow processing has been to show that under certain circumstances people often do not notice semantic anomalies and inconsistencies. This phenomenon has been termed "semantic illusion". The so-called Moses illusion (Erickson & Mattson, 1981) is a good example of such a semantic illusion, and refers to the fact that people often miss the anomaly in sentences such as *How many animals of each kind did Moses take on the ark?* Quite a few people answer "two", failing to notice that it was Noah, not Moses who put animals on the ark.

To measure semantic processing online, a well known ERP component, the N400, might be useful a tool. The N400 is a negative-going shift, peaking around 400 ms after stimulus onset, with a centro-parietal maximum. It is modulated by the semantic congruency within the context, which could be a particular word, a single sentence or a wider discourse (see Kutas et al., 2006 for a review). Generally, semantically incongruent words elicit larger N400s than congruent words. This is characterized as an N400 effect (Kutas & Federmeier, 2000). N400 effects are sensitive to semantic processing both in

visual and auditory contexts (Hagoort & Brown, 2000). Moreover, the amplitude of the N400 has been shown to be sensitive to levels of processing (Chwilla et al., 1995).

Since it is a well-established empirical finding that semantic anomalies or inconsistencies increase the amplitude of the N400 (the so-called N400 effect), a logical step has been to study semantic illusions using an N400-like experimental paradigm (see, for example, Wang, Hagoort, & Yang, 2009). The rationale here is that shallow processing will result in a decreased sensitivity of the language recipient towards semantic anomalies, which in turn results in a smaller N400 effect. Thus, the size of the N400 effect can be used as a tool to study the effects of various linguistic contexts on the depth of semantic processing.

Recently, we investigated how IS, as realized by a *wh*-question context, influenced the N400 effect while subjects were reading the answers (Wang et al., 2009). Under two types of *wh*-question (*What kind of vegetable did Ming buy to cook today?* / *Who bought the vegetables to cook today?*), the critical word (words underlined) in the answer sentence (*Ming bought eggplant/beef to cook today.*) was either in focus (*what*-question) or non-focus (*who*-question) position, and was semantically congruent (*eggplant*) or incongruent (*beef*). We found a significantly larger N400 effect when critical words were in focus. These results suggest that the N400 effect can be effectively used as a marker for depth of processing during IS manipulations.

As indicated above, prosody is another important parameter for marking IS. Prosodic marking of IS seems to be of a different nature than contextual marking. Whereas context can be considered to have a top-down influence on IS marking, prosodic marking rather relies on bottom-up processes, i.e. the acoustic input features that

instantiate accentuation. This difference in IS marking could imply that prosody and context have a relatively independent influence on IS, and related depth of processing. However, in languages such as English and Dutch, in general there is a correspondence between the two parameters context and prosody, such that focus information is accented, and non-focus information is unaccented. This, in contrast, would suggest that the two parameters heavily interact. Therefore, it is important to establish how the two parameters contribute to building IS. Do they exert influence on IS independently, or rather in interaction with each other? The present study addresses these questions in more detail.

In the present study, we auditorily present question-answer pairs to participants. As in the previous study, critical words in the answer sentences were either semantically congruous or incongruous. In addition, critical words were either accented or unaccented, and either in focus or out of focus position. We thus created semantic congruity effects in four combinations: Focus/Accented (F+A+), Focus/Unaccented (F+A-), Non-focus/Accented (F-A+), Non-focus/Unaccented (F-A-). These manipulations on the critical words strictly controlled the interference from the surrounding words, as the semantically congruent and incongruent words were in identical contexts. By comparing the N400 effects obtained in each condition independently, it would give us insight into how the depth of semantic processing is influenced by the different parameters that determine IS. Based on the hypothesis that focused information receives more attention, we expect the largest N400 effect when the focused information is accented (F+A+), while smaller N400 effects are expected to be elicited when there is a mismatch between context and accentuation (F+A-, F-A+), or when there is no focus marking to the new information (F-A-).

3.2 Methods

3.2.1 Participants

Thirty-two healthy native speakers of Dutch (16 females, mean age 20, range 18-30 years) were paid to participate in the experiment. They were all right handed, with no dyslexia nor history of hearing problem, nor neurological abnormalities. A consent form according to the Declaration of Helsinki was signed before they started the experiment.

3.2.2 Stimuli

Question-answer pairs served as the experimental materials. Three different factors were independently manipulated: Context, Semantic Congruency, and (prosodic) Accentuation. Context was manipulated through a *wh*-question, which established a context that projected a focus position in the answer sentence. Each answer contained two constituents, an agent and a patient (see Table 3.1), one of which was placed in focus position in the answer sentence by the question context. We defined the patient as the critical word (CW). Therefore, in the context of the *what*-question the CW was focus (F+), and in the context of the *who*-question the CW was non-focus (F-). Semantic congruency of the CW in the answer was manipulated by using a noun that was either semantically congruent (S+) or incongruent (S-) relative to the question context. Note however that the local answer sentences were all semantically congruent. It is only in relation with the preceding question that semantic incongruence was established. Finally, accentuation was manipulated through the prosody of the answer sentence. Either the CW (the patient) was accented (A+) or the agent was accented (in which case the CW was not accented, A-).

Table 3.1. An example of the eight conditions for one experimental item set.

(a) F+A+S+/S- (what-question, patient accented, semantically congruent/incongruent)

Wat voor soort groente heeft moeder vandaag voor het avondeten gekocht?

Vandaag heeft moeder AUBERGINE/RUNDVLEES voor het avondeten gekocht.

(What kind of vegetable did mum buy for dinner today?

Today mum bought EGGPLANT/BEEF for dinner.)

(b) F+A-S+/S- (what-question, agent accented, semantically congruent/incongruent)

Wat voor soort groente heeft moeder vandaag voor het avondeten gekocht?

Vandaag heeft MOEDER aubergine/rundvlees voor het avondeten gekocht.

(What kind of vegetable did mum buy for dinner today?

Today MUM bought eggplant/beef for dinner.)

(c) F-A+S+/S- (who-question, patient accented, semantically congruent/incongruent)

Wie heeft vandaag de groente voor het avondeten gekocht?

Vandaag heeft moeder AUBERGINE/RUNDVLEES voor het avondeten gekocht.

(Who bought the vegetable for dinner today?

Today mum bought EGGPLANT/BEEF for dinner.)

(d) F-A-S+/S- (who-question, agent accented, semantically congruent/incongruent)

Wie heeft vandaag de groente voor het avondeten gekocht?

Vandaag heeft MOEDER aubergine/rundvlees voor het avondeten gekocht.

(Who bought the vegetable for dinner today?

Today MUM bought eggplant/beef for dinner.)

Note: The examples were originally in Dutch. Literal translations in English are given between brackets. The critical words are underlined, and the accented words are in capitals. F+A+: Focus/Accented, F+A-: Focus/Unaccented, F-A+: Non-focus/Accented, F-A-: Non-focus/Unaccented, S+: Semantically congruent, S-: Semantically incongruent.

Note that generally, speakers accentuate those words that are in focus position. This means that, in a canonical accentuation pattern, the patient should be accented in the *what*-question context, and the agent should be accented in the *who*-question context. Therefore, the F+A+, and the F-A- question-answer pairs (examples a and d in Table 3.1)

have an overall consistent accentuation pattern, whereas the F+A- and the F-A+ pairs (examples b and c in Table 3.1) have an overall inconsistent accentuation pattern.

Taken together, for the CWs, a full factorial design was created with a combination of three factors: Context (F+: Focus, F-: Non-focus), Semantic Congruency (S+: Semantically congruent, S-: Semantically incongruent), and Accentuation (A+: Accented, A-: Unaccented). Therefore, eight conditions were formed for each item set. The semantically congruent and incongruent words were matched on average frequency per million (mean \pm SD = 822 \pm 1473; 819 \pm 1544, respectively) based on the Dutch CELEX corpus (Baayen, Piepenbrock, & van Rijn, 1993). There was no difference in frequency ($t_{(319)} = .15$, $p = .88$).

The eight conditions of the 320 item sets were distributed across eight experimental lists according to a Latin square procedure, with each list containing equal number of items (40 items) per condition. In this way we made sure that no single participant listened to a question-answer pair from the same item set more than once, and that each condition of each question-answer pair was presented across the eight different experimental lists. In addition to the experimental items, 160 fillers were constructed in order to make the experimental materials non-transparent for the participants. A hundred and twenty fillers were completely correct *wh*-question answer pairs (including *when*-, *where*- and *why*- questions), 20 fillers contained a semantic anomaly in the answer sentence at positions other than the patient positions, and 20 pairs had inconsistent accentuation at positions other than the patient or agent positions.

Consequently, there were 480 items in each experimental list (320 experimental items, 160 filler items). The eight lists were equally distributed across the 32 subjects. Each list was thus presented to four subjects (two females and two males).

3.2.3 Acoustic analyses

To make the dialogues as natural as possible, the questions and answers were spoken by a male and a female respectively, both of whom were native speakers of Dutch. Their dialogues were recorded at 44.1 kHz sampling rate and 16-bit resolution in a soundproof recording room. We used Praat 4.0 (Boersma & Weenink, 2002) to determine the acoustic onsets and offsets of syllables, words and sentences, as well as for further analysis of the duration, intensity and fundamental frequency pattern (F0) of the agent and patient in the answer sentences. The overall sound intensity level was normalized to suppress loudness differences among sentences. To ensure that our female speaker correctly accentuated the relevant words in answer sentences, we performed five one-way ANOVAs for the agent and patient respectively, with Accentuation (accented versus unaccented) as an independent variable, and with word duration, intensity (mean values and root mean square) and F0 (mean values, standard deviation) as dependent variables. Table 3.2 presents the results for the acoustic measures and statistical analysis of the agent and patient. The results indicate that the acoustic properties of A+ words differed significantly from A- words. The A+ words had longer durations, higher intensity, higher mean F0, larger F0 standard deviations, and larger F0 rms. Therefore, the acoustic measurements confirmed that the answer sentences were spoken in the intended accentuation pattern. Finally, the average duration of the questions and answers were 3118 ms and 2755 ms, respectively.

Table 3.2. Acoustic measurements of the agent and patient words in the target answer sentences.

	agent		F _(1,319)	patient (CW)		F _(1,319)
	A+	A-		A+	A-	
duration (ms)	442.73 (113.70)	395.75 (118.80)	682.43***	493.00 (129.68)	454.99 (127.58)	537.375***
intensity (dB)	72.25 (2.35)	69.19 (2.43)	1725.11***	72.52 (2.15)	65.89 (2.50)	3898.76***
F0 mean (Hz)	266.08 (22.97)	211.80 (12.27)	1993.47***	252.78 (22.36)	187.36 (9.51)	3165.14***
F0 std	47.72 (11.26)	12.62 (6.32)	2786.90***	44.24 (11.64)	12.77 (9.75)	1391.26***
amplitude rms	.11 (.03)	.06 (.02)	1367.34***	.09 (.02)	.04 (.01)	2646.38***

Note: The patient is the Critical Word (CW) in the ERP measurements.*** signifies significance at the .001 level. Means and standard deviations (in brackets) are presented. Mean: mean value, std: standard deviation, rms: root mean square. A+: Accented condition, A-: Unaccented condition.

3.2.4 Procedure

Subjects were comfortably seated in a sound-attenuating room, facing a computer screen at approximately 80 cm distance. All materials were presented through loudspeakers at a comfortable listening level. A trial started with a 300 ms warning sound, and 700 ms later the question was presented. After a silence of 1000 ms, the corresponding answer was presented. A fixation cross appeared on the center of the screen, 500 ms before the end of the question and remained present until 1000 ms after the end of the answer. It was replaced by three scores presented for 2000 ms. Then the next trial began. The participants were required not to move or blink during the fixation cross period, while they were encouraged to blink during the appearance of the scores. The

question-answer pairs were presented in a pseudorandom order, such that no more than three items of the same condition were presented in succession. A new pseudorandom order was created for each participant.

The 480 items in one list were divided into 24 blocks (20 trials/block), with each block lasting about four minutes. To avoid an exceedingly long recording session, the experiment was separated into two sessions (12 blocks per session). Each session took about two hours, including subject preparation, instructions and a short practice block consisting of 15 items. The subjects finished these two sessions at two different times, with at least three days intervening.

3.2.5 EEG recordings

The EEG was recorded in an electromagnetically shielded cabin, with 60 surface active electrodes (Acticap, Brain Products, Herrsching, Germany) placed in an equidistant montage. The left mastoid electrode served as the reference, and a forehead electrode served as the ground. A supra- to suborbital bipolar montage was used to monitor vertical eye movements, while a right to left canthal bipolar montage was used to monitor horizontal eye movements. All electrode impedances were kept below 20 K Ω during the experiment (which is well below what is recommended for active electrodes). EEG data were digitized at a rate of 500Hz with a 100 Hz high cut-off filter and a 10 second time constant.

3.2.6 Data analysis

Brain Vision Analyzer software 1.05 (Brain Products) was used to preprocess the raw EEG data. The EEG data were re-referenced off-line to the average of both mastoids, and

bandpass filtered at 0.1 - 30 Hz (48 dB/oct slope). Next, the data were segmented from 200 ms before to 1200 ms after the onset of the critical words, with baseline correction from -200 to 0 ms preceding word onset. After this step, a semi-automatic artifact rejection procedure was applied. On average 6% of all trials were rejected, with rejections being equally distributed across the eight conditions ($F < 1$). Finally, trials were averaged in each condition for each subject, and this average was used for further statistical analysis.

The statistical significance of the difference between two conditions was evaluated by a cluster-based random permutation approach (see Maris & Oostenveld, 2007 for details on the method), which was implemented in the Matlab toolbox Fieldtrip (Oostenveld, Fries, Maris, & Schoffelen, 2011). This approach elegantly handles the multiple comparisons problem (there were 600 time points * 59 channels = 35,400 comparisons in total). The approach naturally takes care of interactions between time points and electrodes by identifying clusters of significant differences between conditions in the time and space dimensions, and effectively controls the Type-1 error rate in the case of multiple comparisons. Here is a brief description of the procedure (For more details, see Maris & Oostenveld, 2007).

First, for every data point (time-electrode point) a simple dependent-samples t-test is performed (giving uncorrected p-values). All data points that do not exceed a pre-set significance level (here 5%) are zeroed. Clusters of adjacent non-zero data points are computed, and for each cluster a cluster-level test statistic is calculated by taking the sum of all the individual t-statistics within that cluster. Next, a null-distribution is created as follows. Subject averages are randomly assigned to one of the two conditions several

times (1000 times here), and for each of these randomizations, cluster-level statistics are computed. For each randomization, the largest cluster-level statistic enters into the null distribution. Finally, the actually observed cluster-level test statistics are compared against the null distribution, and clusters falling in the highest or lowest 2.5th percentile are considered significant.

This procedure only allows for pair-wise comparisons. Therefore, a set of four pair-wise comparisons was performed to test the semantic congruity effects in four conditions: F+A+ (F+A+S- versus F+A+S+), F+A- (F+A-S- versus F+A-S+), F-A+ (F-A+S- versus F-A+S+) and F-A- (F-A-S- versus F-A-S+). All 59 electrodes (excluding the right mastoid electrode), and 600 time points (corresponding to an interval from CW onset to 1200 ms after CW onset, at 500 Hz sampling rate) were entered into the analysis for the grand averaged data.

To further evaluate the modulations of semantic congruity effects by context and accentuation, we took the difference waveforms (DWs) of individual subject for each electrode, which were obtained by subtracting the ERPs elicited by semantically congruent condition from those of the incongruent condition in each IS condition (F+A+, F+A-, F-A+, F-A-), as the input of the cluster-based randomization statistics. Based on the statistical results of the semantic congruity effects, 59 electrodes and 500 time points (corresponding to the interval from 200 to 1200 ms after CW onset) were included in the tests. For the statistical analysis of the DWs, we examined the main effects of Context and Accentuation, as well as their interaction. The main effect of Context was obtained by comparing the DW of F+ (the averaged DWs of F+A+ and F+A-) with F- (the averaged DWs of F-A+ and F-A-); similarly, the main effect of Accentuation was

acquired by comparing the DW of A+ (the averaged DWs of F+A+ and F-A+) with A- (the averaged DWs of F+A- and F-A-). Then the interaction between Context and Accentuation was tested by comparing two subtractions: (F+A-) - (F+A+) versus (F-A-) - (F-A+). If the interaction was significant, further simple effect analysis were conducted.

3.3 Results

The nonparametric statistics for the entire set of 32 subjects revealed significantly larger negativities for incongruent words relative to congruent words in all four conditions (F+A+, F+A-, F-A+ and F-A-). Figure 3.1 displays the semantic congruity effects at a representative electrode (corresponding to location Cz in a standard 10-20 set-up) for four conditions. These effects were mainly distributed in the central-posterior area, with the significant time window between 254 and 954 ms for F+A+ ($p < .001$), between 380 and 752 ms for F+A- ($p = .03$), between 398 and 734 ms ($p < .001$) for F-A+, and between 346 and 760 ms ($p = .01$) for F-A- (see Table 3.3). Given their topographical and latency characteristics, we classified these effects as N400 effects. Note that the N400 effects showed a broader morphology than the classical N400 effects obtained in visual presentation studies (Kutas & Federmeier, 2000). This might be related with the auditory presentation mode, where the exact duration of auditory stimuli varies across trials (see Hagoort & Brown, 2000; Li, Hagoort et al., 2008 for similar broadly distributed N400s).

Visual inspection of the N400 effects shows that the F+A+ condition elicited the largest N400 effect, which was supported by the statistical analysis on the condition difference. Testing the difference in effect sizes revealed that F+ elicited a larger N400 effect than F- in the time windows of 664-888 ms ($p < .001$); A+ elicited a larger N400

effect than A- between 646 and 882 ms ($p = .05$). Moreover, the interaction between Context and Accentuation was significant in the time window between 666 and 890 ms ($p = .02$).

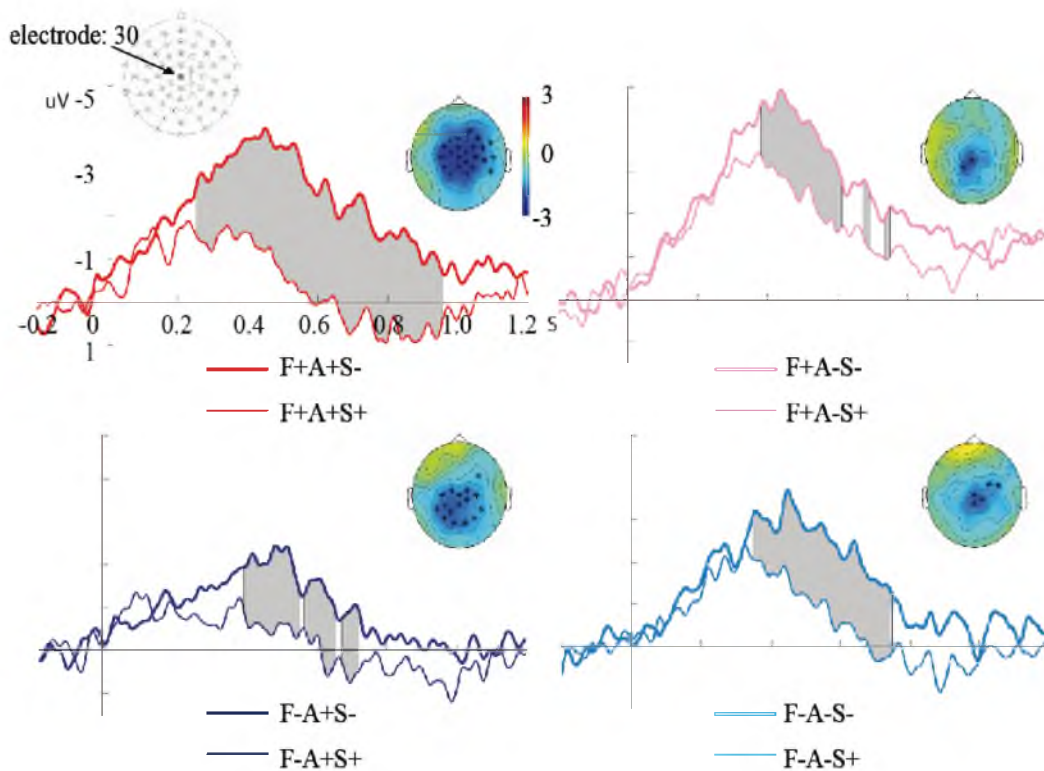


Figure 3.1. The N400 effects elicited by incongruent words relative to congruent words for all the subjects ($N = 32$). The onset of the critical words is at zero. In each condition, the thick line represents the waveforms elicited by incongruent words, while the thin line represents the waveforms elicited by congruent words. The red lines are for the F+A+ condition, the pink lines are for the F+A- condition, the dark blue lines are for the F-A+ condition, and the light blue lines are for the F-A- condition. F+A+: focus/accented conditions, F+A-: focus/unaccented condition, F-A+: non-focus/accented condition, F-A-: non-focus/unaccented condition, S+: semantically congruent condition, and S-: semantically incongruent condition. The time intervals with significant effects are painted grey, and the topographies were plotted in the time interval of the electrode that showed the largest effect, with the electrodes that showed significant effects over 85% of the selected time intervals marked by *. Note that negative is plotted up.

Simple effect tests revealed different accentuation effects for F+ and F- condition. A larger N400 effect was found for F+A+ than F+A- between 646 and 882 ms ($p = .05$), while no significant difference was found in the N400 effect between F-A+ and F-A- (p

= .28). Similarly, there was a different context effect for the A+ and the A- condition. We found a larger N400 effect for F+A+ than F-A+ between 664 and 890 ms ($p = .02$), while F+A- and F-A- did not show any significant N400 difference ($p = .45$).

Table 3.3. The statistical results of the semantic congruity effects in the four conditions.

	grand average		females		males	
	time window	p	time window	p	time window	p
F+A+	254-954 ms	$p < .001$	342-898 ms	$p = .01$	226-804 ms	$p = .004$
F+A-	380-752 ms	$p = .03$	416-684 ms	$P = .04$	NA	n.s.
F-A+	398-734 ms	$p < .001$	386-662 ms	$p = .003$	NA	n.s.
F-A-	346-760 ms	$p = .01$	376-740 ms	$p = .01$	NA	n.s.

Note: n.s.: not significant; NA: not applicable. F+A+: Focus/Accented condition, F+A-: Focus/Unaccented condition, F-A+: Non-focus/Accented condition, and F-A-: Non-focus/Unaccented condition.

Next, in an exploratory analysis we split up the data by subjects' sex, and found substantial differences between males and females (see Figure 3.2 and Figure 3.3). We grouped the subjects into females ($N = 16$) and males ($N = 16$) and tested the N400 effects modulated by Context and Accentuation in each of these groups. For females, the incongruent words elicited a larger N400 than congruent words between 342 and 898 ms for F+A+ ($p = .01$), between 416 and 684 ms for F+A- ($p = .04$), between 386 and 662 ms for F-A+ ($p = .003$), and between 376 and 740 ms for F-A- ($p = .01$) (see Table 3.3). Although the visual inspection showed the largest N400 effect for F+A+, the statistical analyses performed on the effect sizes of four conditions revealed no significant differences. These results suggested that for females, the N400 effects did not differ as a function of Context or Accentuation.

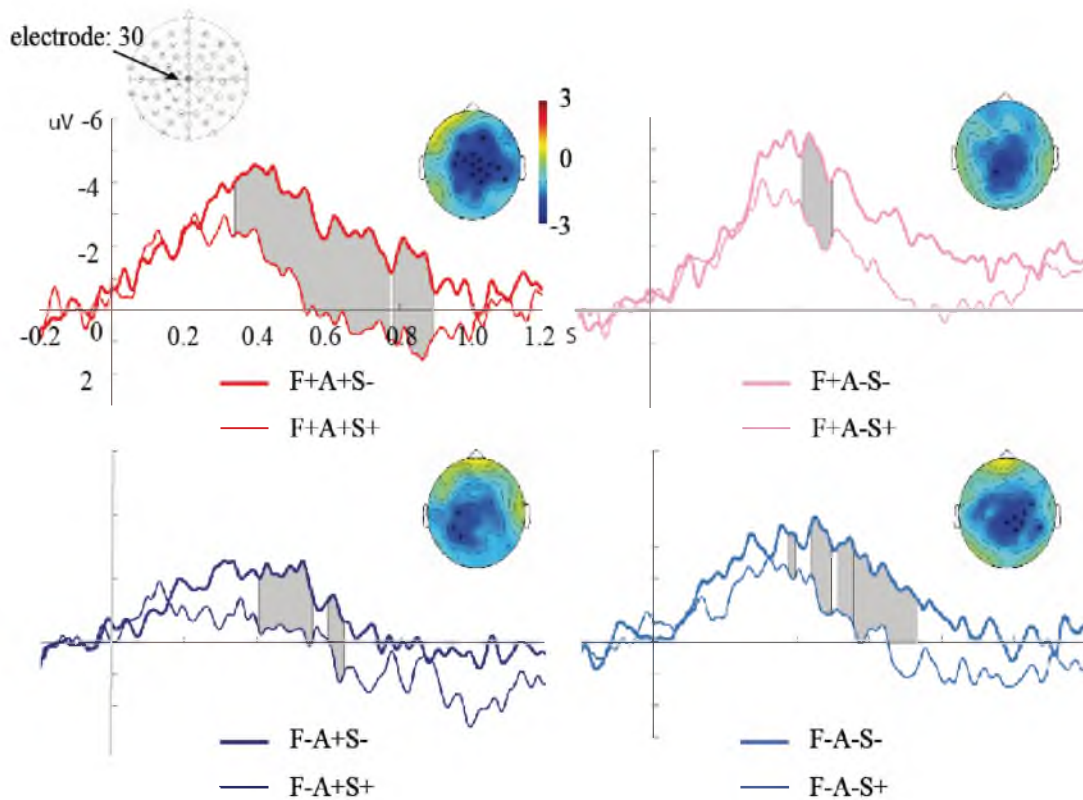


Figure 3.2. The N400 effects elicited by incongruent words relative to congruent words for females ($N = 16$). The onset of the critical words is at zero. For detailed label information, see the legend of Figure 3.1.

The males, however, showed a different pattern of results (see Figure 3.3). The semantically incongruent words elicited a significantly larger N400 than the congruent words only for F+A+ condition between 226 and 804 ms ($p = .004$), whereas the other three conditions (F+A-, F-A+ and F-A-) revealed no significant N400 effects (all p -values $> .10$, see Table 3.3). Testing for condition differences indicated that the F+A+ condition elicited a larger N400 effect than the other conditions.

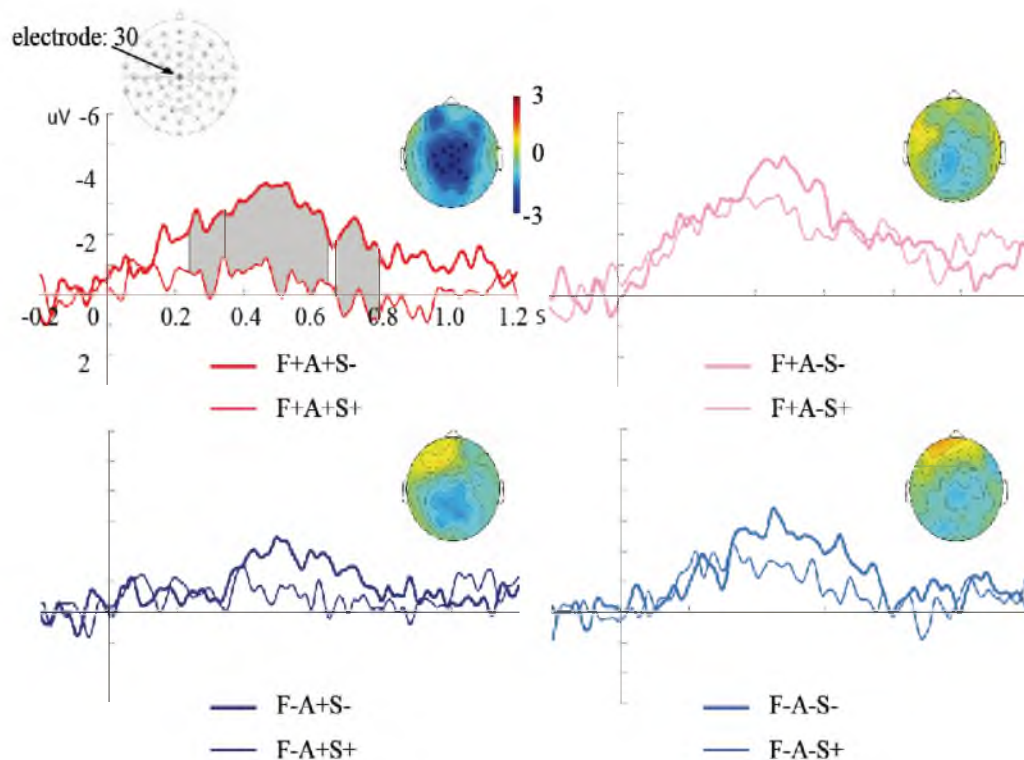


Figure 3.3. The N400 effects elicited by incongruent words relative to congruent words for males ($N = 16$). The onset of the critical words is at zero. For detailed label information, see the legend of Figure 3.1. For the conditions that show no significant effect, the topographies were plotted between 0.3 and 0.6 s.

When explicitly testing Sex (female, male) in a mixed-model approach (with Context and Accentuation as within-subject factors, and Sex as a between-subject factor), we did not find any significant interaction between Sex and the other factors. Nevertheless, the different patterns of N400 effects for females and males, and the analyses on the separate groups hint at possible sex difference in the semantic processing. For visual illustration of the N400 effects, three sets of DWs in each of the four conditions are shown in Figure 3.4, with Figure 3.4A for grand average, Figure 3.4B for females and Figure 3.4C for males.

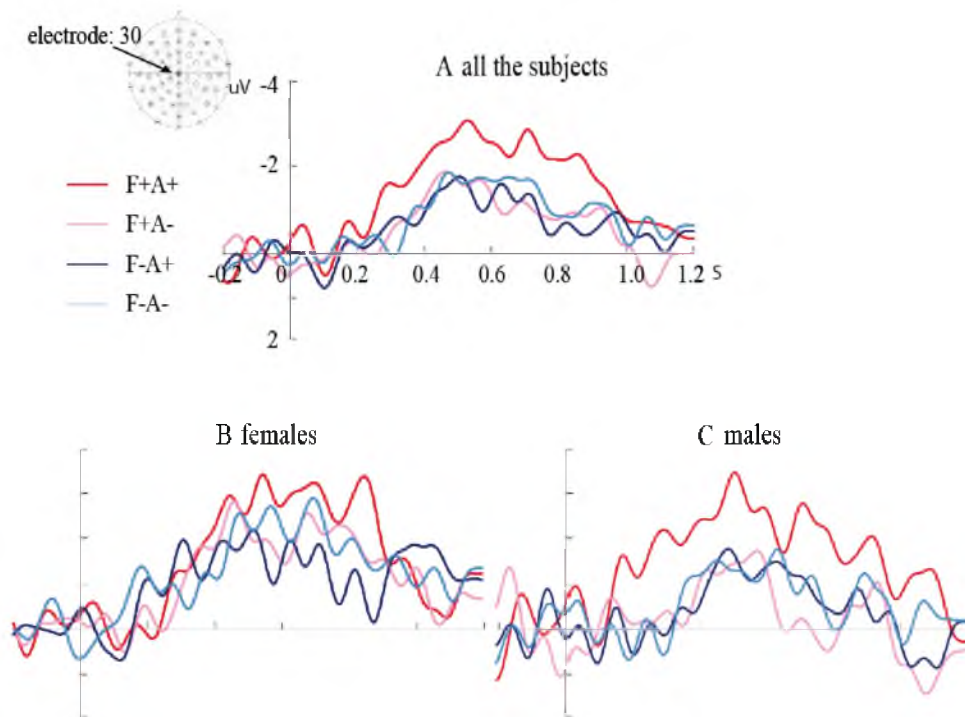


Figure 3.4. The difference waveforms between incongruent and congruent words for A. all the subjects, B. females, and C. males, respectively. The onset of the critical words is at zero. The red lines are for the F+A+ condition (Focus/Accented), the pink lines are for the F+A- condition (Focus/Unaccented), the dark blue lines are for the F-A+ condition (Non-focus/Accented), and the light blue lines are for the F-A- condition (Non-focus/Unaccented). The waveforms were 10 Hz low pass filtered for illustration purposes only.

3.4 Discussion

The purpose of the current study was to examine the relative contributions of context and accentuation on the depth of semantic processing. Depth of semantic processing was evaluated by measuring N400 effects elicited by semantically incongruent words relative to congruent words in question-answer pairs. We found the largest N400 effect when the focused information was accented (F+A+), while smaller N400 effects occurred in the other three conditions (F+A-, F-A+, F-A-). A possible sex difference in the depth of semantic processing was supported by separate analyses on females and males.

3.4.1 More elaborative semantic processing in F+A+ condition than the other conditions

Semantic incongruence between question and answer produced the N400 effect in the F+A+ condition between 254 and 954 ms at central electrodes, whereas smaller N400 effects were found in the other three conditions (F+A-, F-A+, F-A-). The divergence between F+A+ and the other three conditions is in line with the findings of behavioral studies. For instance, it was found that speech comprehension is facilitated in sentences with proper accentuation (Bock & Mazzella, 1983; Dahan et al., 2002; Terken & Nootboom, 1987). In the current experiment, the question context generated a strong expectation with regard to when new information would become available. The corresponding accentuation further recruited sufficient attentional resources for adequate semantic processing at the focus position (Birch & Rayner, 1997; Cutler & Fodor, 1979; Ward et al., 2007). Therefore, an elaborate processing took place for the F+A+ condition, where the critical words in the semantically incongruent versus congruent conditions resulted in an N400 effect.

In contrast, smaller N400 effects were found for the other three conditions (F+A-, F-A+, F-A-). This suggests that in these conditions the semantic information was less elaborately processed (Wang et al., 2009). In the following, we will discuss the more superficial semantic processing in these three conditions.

Relative to the F+A+ condition, the missing of accentuation in the F+A- condition and the lack of context marking in the F-A+ condition induced smaller N400 effects around 650-890 ms. The similar temporal pattern for F+A- and F-A+ enables us to take the reduced N400 effects as a manifestation of less elaborate semantic processing due to

the mismatch between the context and the accentuation pattern. In both the F-A+ and F+A- conditions, the *wh*-question contexts led to different expectations about how IS marking of the answer would be realized. The missing accentuation on the focused information (F+A-) and extra accentuation on the non-focused information (F-A+) reduced the depth of semantic processing (Cutler & Fodor, 1979; Hruska & Alter, 2004; Li, Yang et al., 2008; Terken & Nootboom, 1987). The results (especially the significant interaction between context and accentuation) suggest that context and accentuation are not independent processing streams, but instead actively interact with each other.

Although there is no conflict between context and accentuation in the F-A- condition, it also produced a smaller N400 effect than the F+A+ condition. This might reflect the reduced integration when the critical word information was neither in focus position nor accented. When the critical word information was in non-focus position, the *who*-question contexts generated a strong expectation that the agent is the focus, with less attention allocated to the non-focus position. Furthermore, the accentuation in the agent position recruited more processing resources towards the agent. Therefore, the incoming, unaccented information (patient) that appeared in non-focus position might have received fewer attentional resources, with less detailed semantic processing as a result.

Overall, these results confirm the findings of other ERP studies (Heim & Alter, 2006, 2007; Hruska & Alter, 2004; Ito & Garnsey, 2004; Johnson et al., 2003; Li, Hagoort et al., 2008; Li, Yang et al., 2008; Magne et al., 2005; Toepel et al., 2007) by showing how context and accentuation influence the depth of semantic processing. In ERP studies on the role of IS, ERP responses with distinct time courses were found under the influence of context and accentuation. The effect starts as early as 100 ms (Johnson et

al., 2003) and ends as late as 1500 ms (Ito & Garnsey, 2004). In the current study, we focused on the consequences of IS on semantic processing. We found that the contextually determined focus and the accentuation pattern need to converge in order to attain deep semantic processing. Otherwise, extended semantic processing seems to be reduced due to the interference between the anticipatory top-down expectation and the unexpected bottom-up input (F+A- and F-A+), or the lack of a trigger for the recruitment of attentional resources (F-A-). The similarly reduced N400 effects for the F+A-, F-A+ and F-A- conditions relative to the F+A+ condition suggest that top-down (context) and bottom-up (accentuation) markers of IS modulate the attentional resources in a similar manner.

3.4.2 Sex differences in the depth of semantic processing

Although it was not anticipated, we found that females and males showed different patterns of the N400 effects under the four conditions (albeit that the effect was not strong enough to reach significance in a mixed-model analysis). Females produced significant N400 effects in all four conditions (F+A+, F+A-, F-A+, F-A-), whereas males only generated an N400 effect in the F+A+ condition, with no reliable N400 effects occurring in the other three conditions (F+A-, F-A+, F-A-). This sex difference is consistent with some studies which suggest that females produce larger N400 effects than males in response to semantically unrelated words or sentences (Daltrozzo, Wioland, & Kotchoubey, 2007; Wirth et al., 2007), and that females are better at detecting conflict between semantic and pragmatic information in a linguistic context (van den Brink et al., 2011). The idea that females are more likely to engage in deeper semantic processing than males is also in line with more generally observed gender differences in cognitive

style. Previous cognitive studies have found that females process information in an exhaustive way, and that they rely on all available information before rendering judgment. In contrast, male information processing is usually partial and incomplete, relying on a subset of highly available and salient cues instead of detailed message elaboration (Guillem & Mograss, 2005; Meyers-Levy & Sternthal, 1991; Skrandies, Reik, & Kunze, 1999). We conclude that sex differences in semantic processing clearly deserve further investigation.

Acknowledgement

This study was supported by the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences (KNAW) and the Chinese Academy of Sciences (CAS).

Chapter 4

Information structure influences depth of syntactic processing: ERP evidence for the Chomsky illusion

This chapter is a slightly modified version of:

Wang, L., Bastiaansen, M., Yang, Y., & Hagoort, P. (submitted). Information structure influences depth of syntactic processing: Event-related potential evidence for the Chomsky illusion.

Abstract

Information structure facilitates communication between interlocutors by highlighting relevant information. It has previously been shown that information structure modulates the depth of semantic processing. Here we used event-related potentials to investigate whether information structure can modulate the depth of syntactic processing.

In question-answer pairs, subtle (number agreement) or salient (phrase structure) syntactic violations were placed either in focus or out of focus through information structure marking. P600 effects to these violations reflect the depth of syntactic processing. For subtle violations, a P600 effect was observed in the focus condition, but not in the non-focus condition. For salient violations, comparable P600 effects were found in both conditions.

These results indicate that information structure can modulate the depth of syntactic processing, but that this effect depends on the salience of the information. When subtle violations are not in focus, they are processed less elaborately. We label this phenomenon the Chomsky illusion.

4.1 Introduction

During communication, people tend to organize their utterances so as to highlight the most relevant information. This way of linking new and/or important information with previously given information is referred to as information structure (IS; Jackendoff, 2002). It divides a sentence into two parts: background and focus (for a review see Kruijff-Korbayová & Steedman, 2003). Background refers to the information that is shared by the interlocutors, while focus refers to the information that is new or important to the listener/reader. For instance, in the question-answer pair *Who orders a taxi after the party? The **guest** orders a taxi after the party*, the constituent of the answer (the word in boldface) corresponding to the *wh*-word in the question conveys important information and thus has a focus status, while the other part of the answer refers to information already stated in the question, and hence forms the background (Jasinskaja et al., 2004).

Behavioral studies (including reaction time and eye-tracking studies) suggest that focused information is processed more deeply than non-focused information (Birch & Rayner, 1997; Cutler & Fodor, 1979; Sanford et al., 2006; Ward et al., 2007). This was further supported in a series of ERP studies testing the online processing of IS markers. These studies focused mainly on the N400. The N400 is a negative-going brain potential with a centro-posterior distribution. N400 effects are usually seen between 300 ms and 500 ms, and are often observed to the violation of semantic constraints (for a review, see Kutas & Federmeier, 2000). Nevertheless, some studies also observed N400 effects in response to syntactic violations (Neville, Nicol, Barss, Forster, & Garrett, 1991; Hagoort, Brown, & Groothusen, 1993; Hagoort & Brown, 2000), which might be due to the difficulties of semantic integration as a consequence of a syntactic violation. In two

recent ERP studies (Wang, Bastiaansen, Yang, & Hagoort, 2011; Wang et al., 2009), we investigated how IS influences the N400 effect in response to the semantic incongruence of a word's meaning in relation to its context. The results showed that the semantic incongruence evoked a significantly larger N400 effect for focused than for non-focused information, which confirms the role of IS in modulating the depth of semantic processing. The current study addresses whether IS also has an influence on the depth of syntactic processing.

The P600/SPS (syntactic positive shift) is an ERP component that has been associated with syntactic processing (Hagoort et al., 1993; Osterhout & Holcomb, 1992). It has a posterior distribution, and occurs between around 500 ms and 1200 ms post-stimulus. P600 effects are usually reported in response to syntactic violations (Hagoort et al., 1993; Osterhout & Holcomb, 1992), but are also elicited by syntactic ambiguity (Frisch, Schlesewsky, Saddy, & Alpermann, 2002), and semantic reversal anomalies (for reviews see Bornkessel-Schlesewsky & Schlesewsky, 2008; Kuperberg, 2007). Therefore, we can measure online syntactic processing by examining specific ERP responses to syntactic violations.

Gunter & Friederici (1999) investigated the ERP responses to different levels of syntactic processing. They instructed the subjects either to judge the grammaticality of the sentences (which requires more detailed syntactic analysis) or to judge the printed cases (upper case or lower case) of particular words in the sentences (which induces only shallow syntactic processing). They found that compared to the grammaticality judgment task, the physical judgment task reduced the N400 and P600 effects elicited by the

syntactic violations. The results suggested shallow processing might attenuate the amplitude of language related ERP effects.

In this study, we use IS to direct attentional resources towards, or away from, target words in sentences. When target words are in focus position, we hypothesize that the syntactic markers of these words will be processed deeply. When target words are in non-focus position, on the other hand, we hypothesize that the syntactic aspects of those words are processed in a more shallow fashion. ERPs will be recorded in response to syntactic violations that are either in focus or non-focus position. The ERP effects in response to syntactic violations will be compared between the focus and non-focus conditions. We hypothesize attenuated ERP effects in the non-focus condition compared to the focus condition.

More specifically, we manipulated IS by using *wh*-question answer pairs, such that a critical word in the answer sentence was either in focus or in non-focus position. In addition, the grammaticality of the focused or non-focused constituent was manipulated. In order to explicitly examine the extent to which IS modulates syntactic processing, two types of grammatical violations were included. A number agreement violation violates the syntactic constraints in a subtle way, since the violated and correct words are often similar at the orthographic level (e.g. *order* vs. *orders*). In addition, we also constructed a more salient violation, a phrase structure violation, which is more likely to be detected than the number agreement violation. We hypothesized that readers allocate more attentional resources to focused information and process it more deeply than non-focused information, resulting in larger P600 effects for the focused than non-focused information in response to syntactic violations. Nevertheless, this IS modulation might be overridden

by the salience of the violation (e.g. phrase structure violation), resulting in similar P600 effects between focused and non-focused information for the phrase structure violations.

4.2 Methods

4.2.1 Participants

Twenty-four healthy native speakers of Dutch (12 females, mean age 20, range 18-26 years) were paid to participate in the experiment. They were all right handed, with neither dyslexia nor neurological abnormalities. A consent form according to the Declaration of Helsinki was signed before they started the experiment. The experiments were approved by the local ethics committee (Commissie Mensgebonden Onderzoek Regio Arnhem-Nijmegen).

4.2.2 Stimuli

Question-answer pairs served as the experimental stimuli. The materials contained two different factors: Grammaticality and Context. In the question-answer pairs, all the answers had a fixed structure (See Table 4.1 for examples), in which the Grammaticality (Correct, Number agreement violation, Phase structure violation) was manipulated. In the correct condition, all the sentences were both syntactically and semantically correct (Table 4.1: the answer sentences in conditions 1 and 4). In the other two conditions, a number agreement violation or a phrase structure violation was created that became clear at the subject nouns. The number agreement violation was a combination of a singular verb and a plural subject (Table 4.1: between *bestelt (orders)* and *gasten (guests)* in the answer sentences in conditions 2 and 5). We only used the violation of "singular verb +

plural subject" in order to make sure that the number agreement violation really occurred on the critical word (CW, subject noun), since for the opposite construction there is an alternative, syntactically correct continuation possible (plural verb + singular subject NP1 + singular subject NP2). The other syntactic violation, i.e., the phrase structure violation, became clear at the subject noun that was preceded by transposition of adverbs and adjectives (Table 4.1: *boze nogal gasten (angry rather guests)* in the answer sentences in conditions 3 and 6). Since the "adjective + adverb" combination could in principle be a part of the structure "adjective + adverb + adjective + noun", e.g. *boze nogal dronken gasten (angry rather drunk guests)*, it was only at the point of the subject noun that the sentence can no longer be continued in a grammatically well-formed manner. However, the reader already experienced parsing difficulties at the adverb following the adjective, because the "adjective + adverb + adjective + noun" structure is relatively infrequent and complex compared to the preferred "adverb + adjective + noun" sequence. Therefore, in addition to the CW (subject noun), we also analyzed the word preceding the CW (CW-1) for the phrase structure violation condition (Hagoort et al., 1993).

Table 4.1. An example of the six conditions for one experimental item set.

(1) Focus, Correct

Wie bestelt er een taxi na het feest? (Who orders a taxi after the party?)

Na afloop van het feest bestellen de nogal boze gasten een taxi.

(After the party order the rather angry guests a taxi.)

(The rather angry guests order a taxi after the party.)

(2) Focus, Number agreement violation

Wie bestelt er een taxi na het feest? (Who orders a taxi after the party?)

**Na afloop van het feest bestelt de nogal boze gasten een taxi.*

Table 4.1(continued). An example of the six conditions for one experimental item set.

**(After the party orders the rather angry guests a taxi.)*

**(The rather angry guests orders a taxi after the party.)*

(3) Focus, Phrase structure violation

Wie bestelt er een taxi na het feest? (Who orders a taxi after the party?)

**Na afloop van het feest bestellen de boze nogal gasten een taxi.*

**(After the party order the angry rather guests a taxi.)*

**(The angry rather guests order a taxi after the party.)*

(4) Non-focus, Correct

Wanneer bestelt men een taxi? (When does one order a taxi?)

Na afloop van het feest bestellen de nogal boze gasten een taxi.

(After the party order the rather angry guests a taxi.)

*(The rather angry guests order a taxi **after the party**.)*

(5) Non-focus, Number agreement violation

Wanneer bestelt men een taxi? (When does one order a taxi?)

**Na afloop van het feest bestelt de nogal boze gasten een taxi.*

**(After the party orders the rather angry guests a taxi.)*

(The rather angry guests orders a taxi **after the party.)*

(6) Non-focus, Phrase structure violation

Wanneer bestelt men een taxi? (When does one order a taxi?)

**Na afloop van het feest bestellen de boze nogal gasten een taxi.*

**(After the party order the angry rather guests a taxi.)*

(The angry rather guests order a taxi **after the party.)*

Note: The original materials are in Dutch. The English translations are given in the parentheses after the original Dutch materials. Note that both literal and correct English translations are given for the answer sentences due to word order differences between Dutch and English. The syntactically incorrect sentences are marked by *. The critical words are underlined, and the linguistic focus is in boldface in the answers.

In addition to the factor Grammaticality, the factor Context (focus, non-focus) was manipulated by means of different *wh*-questions in the question-answer pairs. The *wh*-questions (*who*-, *what*- and *when*-/*where*-) inquired about specific information

concerning different components of the answer sentences (subject NP, object NP and preposition respectively; see the questions in Table 4.1). Consequently, the syntactic violation occurring on the "subject nouns" was in focus position (in the *who*-question contexts in conditions 1, 2 and 3) or in non-focus position (in the *when-/where*-question contexts in the questions in conditions 4, 5 and 6). The violation occurred after the focus (e.g., *Na afloop van het feest (after the party)*) in the answer sentences in the *when-/where*-question contexts, while in the *what*-question contexts (e.g. *What does one order after the party?*, not presented in Table 4.1), the syntactic violation occurred in front of the focus (e.g., *een taxi (a taxi)*). Note that in the non-focus conditions, the questions contained pronouns such as *men (one)* rather than full nouns such as *gasten (guests)* to ensure that the critical words (e.g. *gasten*) in the answers were new information in both the non-focus and focus conditions. This was done since it has been shown that the information status (new vs. given) influences ERP responses to those words (Li, Hagoort et al., 2008). In addition, to make sure that the number agreement violation happened on the CWs (subject nouns) in the answer sentences, the verbs in the questions were used in singular forms, as generally the singular verbs in the questions can be followed by either plural or singular verbs in the answers.

In this way, a full factorial design was created with a combination of two variables: Grammaticality (Correct, Number agreement violation, Phrase structure violation) and Context (Focus, Non-focus), which created a total of six conditions: Focus/Correct, Focus/Number agreement violation, Focus/Phrase structure violation, Non-focus/Correct, Non-focus/Number agreement violation and Non-focus/Phrase structure violation. See Table 4.1 for examples of the materials.

We constructed 240 experimental items, each item participating in six conditions. The six conditions were distributed across six experimental lists through a Latin square procedure, with each list containing equal numbers of items per condition (40 items). In this way we made sure that all the items were presented in each list with no repetition of items. As a result, in each list, 120 items had CWs in focus position by using *who*-question contexts. Among the other 120 items, 60 items had CWs placed before the focus constituent by using *what*-question contexts, and the other 60 items had CWs located after the focus constituent by using *where*-question contexts (30 items) or *when*-question contexts (30 items).

In addition to the syntactic manipulation, we also included a semantic manipulation. However, since the focus of this chapter is on the syntactic processing modulated by IS, we do not elaborate the semantic manipulations here. Four lists were built by assigning 40 items of each condition in one list (there were 160 items, four conditions per item), with no repetition of items within one list. Consequently, in each list, there were 40 items with a *which*-question, 40 items with a *what-kind-of*-question, 40 items with a *where*-question, and 40 items with a *when*-question. For each type of question, half of the answers contained a word that was semantically incongruent in relation to the question context, but never within the sentence itself.

Finally, 130 filler question-answer pairs were constructed to balance the correctness of the answers (fully congruent, syntactically incorrect, semantically incorrect) and the question types (*who*-, *what*-, *when*-, *where*-, *which*-, *what-kind-of*-), as well as to cover up the obvious difference between the syntactic and semantic manipulations. Among the fillers, 80 items were fully congruent, 40 of which served as fillers for syntactic materials.

The answers contained a structure of "adjective + adverb + adjective + noun" to induce the subjects to take the noun as the violation point when they come across the structure of "adjective + adverb + noun" in the experimental materials. Another 40 fully congruent items served as fillers for semantic materials. There were also 50 filler items containing either syntactic violations (20 items) or semantic violations (30 items). The items with syntactic violation had similar question contexts as the semantic materials, while the items with semantic anomalies had similar question contexts as the syntactic materials, so that the subjects could not predict any syntactic or semantic violations by only reading the question contexts.

Twelve lists were built, in which the six lists of syntactic items were repeated twice, the four lists of semantic items were repeated three times, and the fillers were repeated twelve times. Each list comprised 240 experimental items, 160 additional items with a semantic manipulation, and 130 fillers. Each list was presented to two participants (one male and one female).

4.2.3 Procedure

Subjects were seated in front of a computer monitor at approximately 80 cm distance. All the materials were presented in white fonts on a black background, with the font size of 27 for the whole questions and of 30 for the words of answers. A trial started with a fixation cross (duration 3000 ms) in the center of the screen, followed by a question that was presented as a whole sentence for 2500 ms. After a 100 ms black screen, the answer was presented word by word, with each word appearing for 300 ms, and an inter-stimulus interval (ISI) of 300 ms. The last word ended with a period. Three hundred milliseconds after the presentation of the last word, the next trial began. Participants were told not to

move or blink when individual words appeared, but they were encouraged to blink during the presentation of the cross. There was no additional task other than to read for comprehension.

The materials in each list were arranged in a pseudorandom order, such that no more than three items of the same condition were presented in succession. The 530 items in one list were divided into 26 blocks (20 or 21 trials per block), with each block lasting about four minutes. In between each block there was a small break, after which subjects could start the beginning of the next block by pressing a button. The whole experiment was separated into two sessions (13 blocks per session). Each session took about two hours, including subject preparation, instructions and a short practice run consisting of 15 items. The subjects finished the two sessions on two different days, with a minimum of one day in between both sessions.

4.2.4 EEG recordings and analysis

The EEG was recorded in an electromagnetically shielded cabin, with 60 surface active electrodes (Acticap, Brain Products, Herrsching, Germany) placed in an equidistant montage. The left mastoid electrode served as the reference, and a forehead electrode served as the ground. The vertical and horizontal eye movements were monitored by electrodes placed in the cap. All electrode impedances were kept below 20 K Ω during the experiment, which is well below what is recommended for active electrodes. EEG data were digitized at a rate of 500 Hz with a 100 Hz high cut-off filter and a 10 seconds time constant.

The EEG data were analyzed by the Brain Vision Analyzer software 1.05 (Brain Products). First, the data were re-referenced off-line to the average of both mastoids, then

a band-pass filter of 0.5-30Hz (48 dB/oct slope) was applied to the data. For the number agreement violation condition, the critical epoch was defined from 150 ms before to 1200 ms after the onset of the CW, with baseline correction from 150 to 0 ms preceding word onset. For the phrase structure violation, the critical epoch started from 150 ms before the word preceding the critical word (CW-1) and lasted till 1200 ms after the onset of the CW (-150 to 1800 ms relative to the onset of CW-1), with the time window of 150 ms to 0 ms before the onset of CW-1 serving as the baseline. The epochs of the correct condition were defined in analogous ways as the two violation conditions: -150 to 1200 ms relative to the onset of CW as in the agreement violation condition, and -150 to 1800 ms relative to the onset of CW-1 as in the phrase structure violation condition. After that, a semi-automatic artifact rejection procedure was applied. On average, 97% and 96% of all trials were kept, respectively, for the conditions with number manipulation (including the number agreement violation condition and the correct condition) and the conditions with phrase structure manipulation (including the phrase structure violation condition and the correct condition). For statistical testing, trials were averaged in each condition for each electrode and each subject.

4.2.5 Statistical analysis

Both on the basis of earlier studies (Hagoort et al., 1993; Hagoort & Brown, 2000; Osterhout & Holcomb, 1992) and visual inspection of the waveforms, we tested the statistical differences among conditions for two components: the standard N400 component in the latency window of 300-500 ms, and the later P600 component. For the number violation condition, the P600 component was defined between 600 and 1200 ms, while for the phrase structure violation, the P600 component was quantified in the time

window of 500-1200 ms. In addition, for the P600 elicited by the CW-1 in the phrase structure violation condition, a time window of 500-900 ms was selected. Given that the N400 and the P600 components were most prominent over the posterior areas, we selected 25 posterior electrodes (the selected electrodes are painted in light gray on the head model in Figure 4.1 and Figure 4.2) to statistically test the condition effects. Therefore, we calculated the mean amplitudes in the selected time windows over 25 posterior electrodes for each subject and each condition. The mean values of the N400 and P600 were separately subjected to repeated measures ANOVA, with the two factors Grammaticality (Correct, Violation) and Context (Focus, Non-focus). Since our hypothesis included the direction of the P600 effects, one-sided significance tests were used for testing the P600 effects. For testing the significance of the observed N400 effects (see results), two-sided tests were used.

4.3 Results

We present the ERP results of the number agreement violation and the phrase structure violation separately in the following sections.

4.3.1 Number agreement violation

Figure 4.1 shows the grand average waveforms evoked by the CW of the agreement violation and the correct condition.

In the N400 time window, the agreement violation elicited a larger N400 amplitude than the correct condition (main effect for Grammaticality: $F_{(1,23)} = 6.48$, $p = .018$). The N400 effect was not modulated by Context, as indicated by the absence of a significant

interaction between Grammaticality and Context ($F_{(1,23)} < 1$). Also the main effect of Context failed to reach significance ($F_{(1,23)} < 1$).

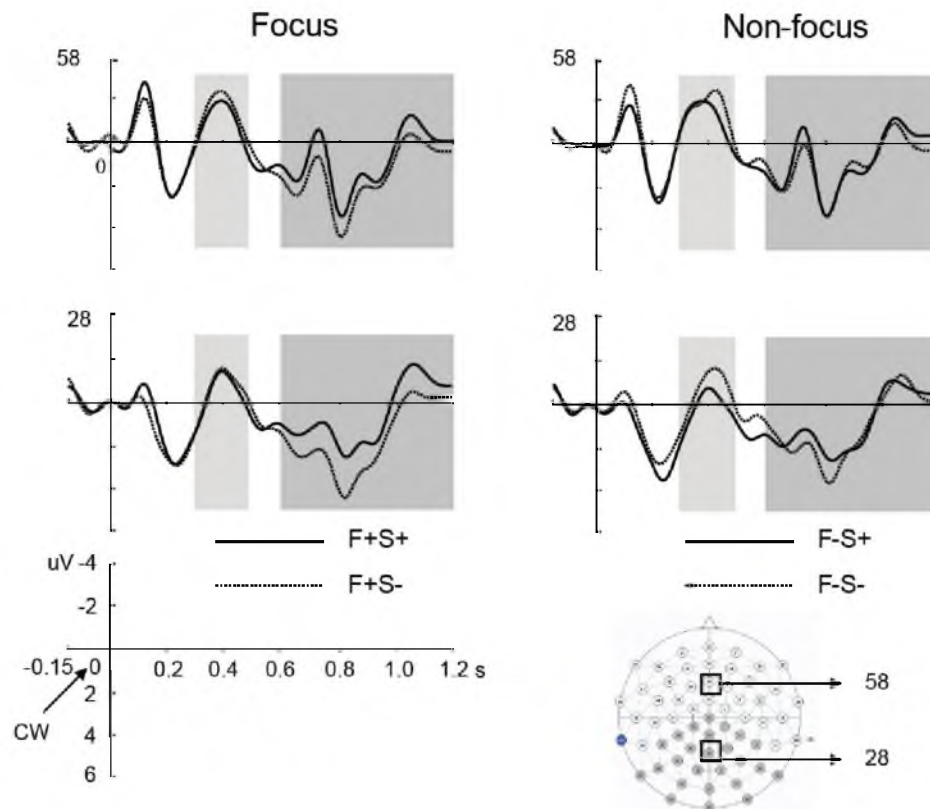


Figure 4.1. Grand average waveforms for the number agreement violation and the correction condition. The waveforms are shown for the focus condition (left panel) and the non-focus condition (right panel), at two scalp sites (28, 58) which are indicated in the head model. The onset of the critical word (CW) is at zero. Negativity is plotted up. The N400 time windows (0.3-0.5 s) are marked by light gray boxes, while the P600 time windows (0.6-1.2 s) are marked by dark gray boxes. The selected posterior electrodes for statistical tests are painted in light gray on the head model. F+S+: Focus/Syntactically correct; F+S-: Focus/Number agreement violation; F-S+: Non-focus/Syntactically correct; F-S-: Non-focus/Number agreement violation.

For the P600 component, the agreement violation evoked a larger P600 amplitude than the correct condition (main effect for Grammaticality, $F_{(1,23)} = 7.63$, $p = .011$). No effect of Context was found (main effect for Context: $F_{(1,23)} < 1$). Importantly, however, the P600 effect was different between the focus and non-focus conditions, as revealed by

a significant interaction between Grammaticality and Context ($F_{(1,23)} = 3.03$, $p = .048$). Simple effect tests revealed that a significant P600 effect was only elicited in the focus condition ($F_{(1,23)} = 16.04$, $p < .001$), not in the non-focus condition ($F_{(1,23)} = .41$, $p = .527$).

4.3.2 Phrase structure violation

Figure 4.2 displays the grand average waveforms evoked by the CW as well as the word preceding the CW (CW-1) for the phrase structure violation and the correct condition.

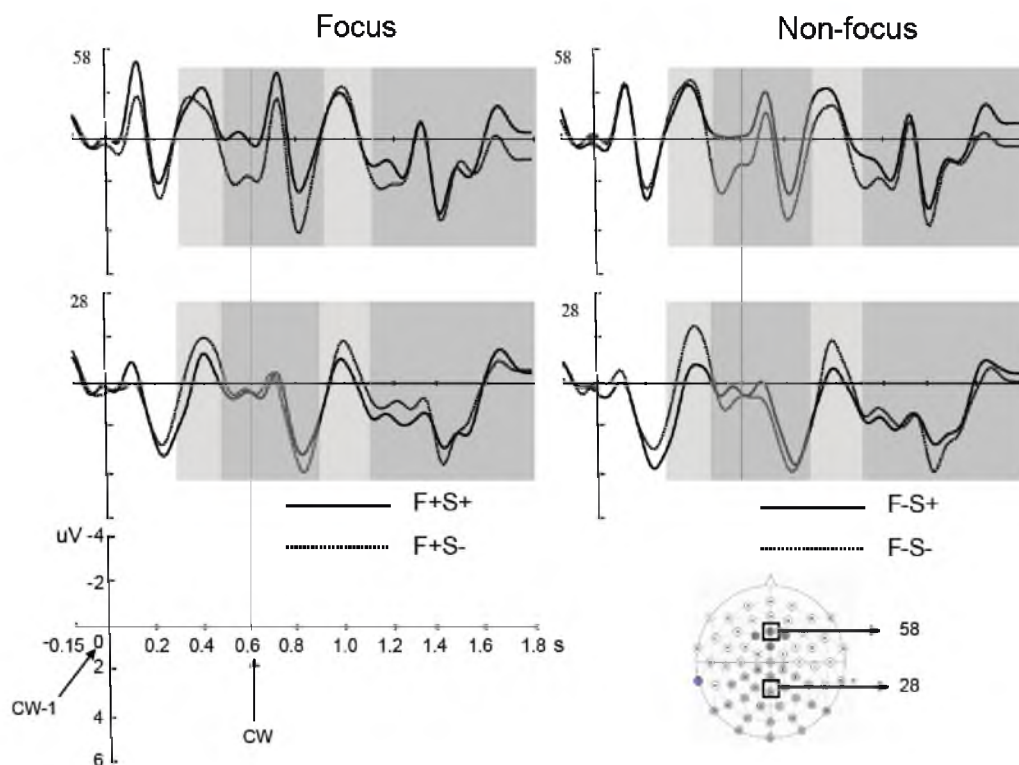


Figure 4.2. Grand average waveforms for the phrase structure violation condition and the correct condition. The waveforms are shown for the focus condition (left panel) and the non-focus condition (right panel), at two scalp sites (28, 58) which are indicated in the head model. The onset of the word preceding the CW (that is, CW-1) is at zero, and the onset of the CW is at 0.6 s, marked by the light gray line. Negativity is plotted up. The N400 time windows (0.3-0.5 s, 0.9-1.1 s) are marked by light gray boxes, while the P600 time windows (0.5-0.9 s, 1.1-1.8 s) are marked by dark gray boxes. The selected posterior and anterior electrodes for statistical tests are respectively painted in light gray and dark gray on the head model. F+S+: Focus/Syntactically correct, F+S-: Focus/Phrase structure

violation, F-S+: Non-focus/Syntactically correct, and F-S-: Non-focus/Phrase structure violation. CW: Critical Word.

We observed a significantly larger N400 for the violation condition than for the correct condition for both the CW ($F_{(1,23)} = 9.61$, $p = .005$) and the CW-1 ($F_{(1,23)} = 14.58$, $p = .001$), whereas the main effect of Context as well as the interaction were not significant (all $F_{s(1,23)} < 1$).

For the statistical analysis of the P600, no significant effect was found for either the CW-1 or the CW (all p -values $> .10$). However, in contrast to the agreement violation condition, the P600 effects in the phrase structure violation condition were most pronounced over frontal areas (Figure 4.3). Therefore, in a post-hoc analysis, we averaged the amplitude values in the four frontal electrodes that show the largest positive effects (painted in dark gray on the head model in Figure 4.2) per condition for each subject. An ANOVA was performed on the mean values of the positivity for both the CW-1 and the CW, with the factors Grammaticality (Correct, Phrase structure violation) and Context (Focus, Non-focus). The results revealed that the phrase structure violation condition evoked a larger positivity than the correct condition for both the CW-1 ($F_{(1,23)} = 11.35$, $p = .003$) and the CW ($F_{(1,23)} = 4.39$, $p = .047$), while no main effects of Context, nor any interaction with Context were found (all $F_{s(1,23)} < 1$). Overall, in the case of the phrase structure violation, no modulation of Context on ERP responses was found for either the CW-1 or the CW.

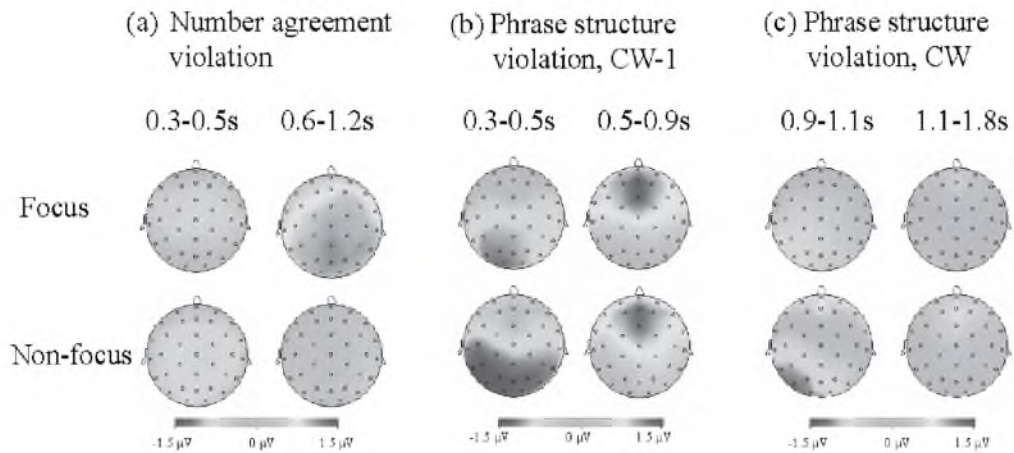


Figure 4.3. Topographies of the ERP effects for the number agreement violations and the phrase structure violations. They were computed from values resulting from the subtractions of: A. ERPs for the correct condition from that for the number agreement violation condition in the N400 and P600 time windows evoked by the CW (for both the focus and non-focus conditions); B. ERPs for the correct condition from that for the phrase structure violation condition in the N400 and P600 time windows evoked by the CW-1 (for both the focus and non-focus conditions); C. ERPs for the correct condition from that for the phrase structure violation condition in the N400 and P600 time windows elicited by the CW (for both the focus and non-focus conditions). CW: Critical Word. CW-1: the word preceding the critical word.

4.3.3 Post-hoc cloze probability test

We observed N400 effects for both types of syntactic violations. The N400 effect elicited by a phrase structure violation has been reported in other studies (Hagoort et al., 1993; Hagoort & Brown, 2000; Neville et al., 1991). It has been related to the semantic consequences of the severe syntactic violation. However, the subtle number agreement violation also evoked an N400 effect although it seems not to exert much influence on semantic unification. We speculated that the verbs with plural (*order*) and singular (*orders*) forms in the correct and violation conditions respectively, might generate different semantic constraints with regard to the upcoming subject NP, which results in different semantic predictions. For instance, as in the example of our experimental item,

the semantic association between *order* and *guests* is stronger than that of *orders* and *guest*, so the verb with a plural form (*order*) is more likely to be followed by the lemma *guest* comparing to the verb with a singular form (*orders*). Such potential differences in semantic probability can be verified by a cloze probability test, in which subjects completed the sentences with the CWs omitted. Note that we took the lemma instead of the exact words the subjects chose into calculation, so that the cloze probability reflects the predictability of the subject NP at the lemma level. Therefore, we measured the cloze probability of the lemma regardless of the number features in the four conditions (Focus/Correct, Focus/Number agreement violation, Non-focus/Correct, Non-focus/Number agreement violation) in another 40 subjects who did not participate in the EEG experiment. We found lower cloze probability for the number agreement violation condition (the percentage of Mean \pm SD is 9.26 ± 5.69) than for the correct condition (the percentage of Mean \pm SD is 11.02 ± 3.47), which was confirmed by the main effect of Grammaticality ($F_{(1,39)} = 4.17, p = .048$). Besides, the cloze probability test showed no main effect of Context ($F_{(1,39)} = .26, p = .61$), nor was the interaction between Context and Grammaticality ($F_{(1,39)} = 3.05, p = .09$) significant.

4.4 Discussion

We examined how IS modulates the level of syntactic analysis during online language processing. ERP responses to number agreement violations and to phrase structure violations were recorded in focus and non-focus conditions. For the (relatively subtle) number agreement violation, we found a P600 effect in the focus condition but not in the non-focus condition. For the (more salient) phrase structure violation, comparable P600

effects (although frontally distributed) were found between the focus and non-focus conditions. In addition to the P600 effect, both types of syntactic violations elicited N400 effects. We discuss the results in more detail below.

4.4.1 IS and P600 effects in response to syntactic violations

The number agreement violation produced different ERP responses for the focus and non-focus conditions. A P600 effect was evoked when the violation occurred in focus position, while no significant P600 effect was found when it was in non-focus position. A P600 effect in response to number agreement violations has been reported in many other studies (Coulson, King, & Kutas, 1998; Hagoort et al., 1993; Hagoort & Brown, 2000; Osterhout & Mobley, 1995). It has been interpreted as reflecting the difficulty of syntactic unification in the presence of inconsistent number features on subject and verb forms. Crucially, the lack of a P600 effect in the non-focus condition is in line with our hypothesis that comprehenders engage in shallow processing for non-focused linguistic input, which supports our notion that IS modulates the depth of processing not only at the level of semantics (as shown in previous studies), but also at the level of syntactic analysis.

The results confirm the claim that focused information receives more attentional resources and is more deeply processed (Birch & Rayner, 1997; Cutler & Fodor, 1979; Ward et al., 2007). In our previous ERP studies (Wang et al., 2009; Wang et al., 2011), we found that in response to semantic violations, a larger N400 effect was evoked when the eliciting word was in focus compared to in non-focus position. The current results are consistent with these studies by showing that a number agreement violation elicited a larger P600 effect for focused information than for non-focused information. In all three

studies, the question context generated a prediction as to where the new information would appear in the answer sentence. Therefore, people might have allocated more attentional resources to this focus position. Hence, the focused information was processed thoroughly. Fewer resources might have been allocated to the non-focused information, resulting in less detailed processing, both at the semantic and at the syntactic level.

Nevertheless, a very salient syntactic violation, such as a phrase structure violation, is not sensitive to the modulatory influence of IS: in both the focus and non-focus conditions, we observed similar P600 effects in response to the phrase structure violation compared with the correct condition. This suggests that the influence of IS is overridden when a syntactic violation is very salient. This result is reminiscent of the attentional capture effect in the perceptual domain (for reviews, see Most, Scholl, Clifford, & Simons, 2005; Simons, 2000). Attentional capture refers to instances in which a salient and originally unattended stimulus draws attention and leads to awareness of its presence. In the present study, although IS directed more attentional resources towards the focused information than towards the non-focused information, the prominent phrase structure violation in non-focus position captured attention immediately, eliciting a P600 effect similar to that in the focus condition.

Note that here, the P600 effects were frontally distributed, which is often associated with the processing costs involved in overriding the preferred or most activated syntactic structure (Hagiwara, Soshi, Ishihara, & Imanaka, 2007; van Berkum, Brown, & Hagoort, 1999). In addition, the P600 effects elicited by both the critical word and the word preceding the critical word confirm previous findings that comprehenders quickly assign

a preferred structure based on the frequency of all possible syntactic constructions or on some computational economy principles (Hagoort et al., 1993; Hagoort & Brown, 2000).

Therefore, the divergent results between the number agreement violation and the phrase structure violation suggest that the role of IS in modulating the depth of processing during language comprehension depends on the salience of the information. In general, IS is sufficiently powerful to play a role by modulating attentional resources in a top-down manner, with shallow processing occurring to non-focused information. But if information is very salient (e.g. because it violates a strong syntactic prediction), it can override the top-down control of IS through an "attentional capture" mechanism, giving rise to the same extent of processing for focused and non-focused information.

4.4.2 A "good-enough" approach during language processing

The absence of a P600 effect in response to the number agreement violation in the non-focus condition is compatible with a "good-enough" account of language comprehension. This position claims that people sometimes engage in shallow processing and achieve incomplete representations (for reviews see Ferreira et al., 2002; Ferreira & Patson, 2007; Sanford, 2002; Sanford & Graesser, 2006; Sanford & Sturt, 2002). Several behavioral studies have provided evidences for a "good-enough" syntactic processing account. For example, Ferreira (2003) asked subjects to name the agent of the action for passive sentences such as *The dog was bitten by the man*. She found that a large proportion of subjects wrongly took *the dog* as the agent, which suggested that parsing was guided by heuristically assigning the first NP as the agent of the action. The selection of the heuristic might be due both to the fact that the first noun in a sentence is usually the agent of the action, and to the world knowledge that it is normally a dog who bites a

man rather than the opposite. Two other studies (Gimenes, Rigalleau, & Gaonac'h, 2009a, 2009b) examined the effect of a missing verb phrase in sentences with double centre-embedded structures such as *The Mexican meal/that the gastronomic critic/that the journal hired/tasted in the new restaurant/had a strange smell*. They found that subjects rated the sentence where the second verb phrase was omitted (*tasted in the new restaurant*) as easier to understand than the grammatical sentence. Nevertheless, these studies employed sentences with complex syntactic structure, which makes it unclear whether the results are caused by a good-enough strategy, or whether they are due to poor comprehension. In addition, they all used off-line tasks, which provide a relatively indirect index of the underlying cognitive processes. By using ERPs, our findings further strengthen the results of these behavioral studies (Ferreira, 2003; Gimenes et al., 2009a, 2009b). Therefore, the available data support a "good-enough" processing strategy during language comprehension at the level of both semantics and syntax (Ferreira et al., 2002; Ferreira & Patson, 2007; Sanford, 2002; Sanford & Graesser, 2006; Sanford & Sturt, 2002).

4.4.3 N400 effects evoked by syntactic violations

In addition to P600 effects, we also observed N400 effects in response to syntactic violations. For the phrase structure violation, the severe syntactic violation has immediate consequences for the semantic unification of the words into a coherent message-level representation (Hagoort et al., 1993; Hagoort & Brown, 2000; Neville et al., 1991). This semantic unification difficulty elicits an N400 effect (Kutas & Federmeier, 2000).

However, the subtle number agreement violation also evoked an N400 effect. The cloze probability test showed that the critical words in the number agreement violation

condition had a lower cloze probability than in the correct condition. It has been shown that the difference in cloze probability affects the size of N400 amplitudes (for a review, see Kutas & Federmeier, 2000). Therefore, the N400 effect elicited by the number agreement violation is presumably due to different semantic constraints with regard to the upcoming subjects, which were set up by the verbs with plural (*order*) and singular (*orders*) forms in the correct and violation conditions respectively.

Moreover, the N400 effects did not differ between the focus and non-focus conditions. This further supports our claim that IS plays a role in modulating syntactic processing: one could argue that the lack of a P600 effect in the non-focus condition might simply reflect the fact that the number agreement violation has not been detected (it being out of focus) due to the orthographic similarity between the correct and violation conditions. However, the presence of an N400 effect in the non-focus condition demonstrates that the subjects were able to extract at least the semantic consequences of number marking and tried to integrate this information into the context.

4.4.4 Conclusions

By examining ERP responses to number agreement violations and phrase structure violations in both the focus and non-focus conditions, we have provided evidence for the influence of IS on the depth of syntactic processing. We found that number agreement violations elicited a P600 effect for the focus condition but not for the non-focus condition, while the phrase structure violation elicited P600 effects for both the focus and non-focus conditions. These results indicate that IS modulates not only the depth of semantic analysis (the Moses illusion, see Erickson & Mattson, 1981), but importantly also the depth of syntactic processing. We label this the Chomsky illusion. This is

presumably due to the possibility that in a "good-enough" framework, focused information receives more attentional resources than non-focused information. The influence of IS is however overridden by very salient syntactic information, indicating that IS plays a subtle role in modulating resource allocation during language comprehension.

Acknowledgement

This study was supported by the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences (KNAW) and the Chinese Academy of Sciences (CAS).

Chapter 5

The interface between language and attention:

Prosodic focus marking recruits a general

attention network in spoken language

comprehension

This chapter is a slightly modified version of:

Wang, L.*, Kristensen, L.B.*, Petersson, K., & Hagoort, P. (submitted). The interface between language and attention: Prosodic focus marking recruits a general attention network in spoken language comprehension.

* Equal contributors.

Abstract

In spoken language, pitch accent can mark certain information as focus, whereby more attentional resources are allocated to the focused information. Using fMRI, this study examined whether pitch accent, used for marking focus, recruited general attention networks during sentence comprehension. In a language task, we independently manipulated the prosody and congruence of sentences. We found that the processing of incongruent sentences recruited bilateral inferior and middle frontal gyrus. The prosody manipulation showed bilateral involvement of the superior/inferior parietal cortex, superior and middle temporal cortex, as well as inferior, middle and posterior parts of the frontal cortex. We compared these regions to attention networks localized in an auditory spatial attention task. Both tasks activated bilateral superior/inferior parietal cortex, superior temporal cortex, and left precentral cortex. Furthermore, an interaction between prosody and congruence was observed in bilateral inferior parietal regions: for incongruent sentences, but not for congruent ones, there was a larger activation if the incongruent word carried a pitch accent, than if it did not. The common activations between the language task and the spatial attention task demonstrate that pitch accent activates a domain general attention network, which is sensitive to linguistic content. Therefore, attention and language comprehension are highly interactive.

5.1 Introduction

In classical models of sentence comprehension of either the garden-path variety (Ferreira & Clifton, 1986) or in the constraint-based framework (Trueswell, Tanenhaus, & Garnsey, 1994), the implicit assumption is usually that a full phrasal configuration results and a complete interpretation of the input string is achieved. However, often the listener interprets the input on the basis of bits and pieces that are only partially analyzed. As a consequence, the listener might overhear semantic information (Moses illusion, Erickson & Mattson, 1981) or syntactic information (Chomsky illusion, Wang, Bastiaansen, Yang, & Hagoort, submitted). Ferreira et al. (2002) introduced the phrase “good-enough processing” to refer to the listeners’ and readers’ interpretation strategies. Thus in contrast to what classical models of sentence processing implicitly assume, the depth of processing varies across the language input. This might be the reason that language makes use of prosodic or syntactic devices to guide the depth of processing.

This aspect of linguistic meaning is known as “information structure” (IS; Halliday, 1967; Büring, 2007). The information structure of an utterance essentially focuses the listener’s attention on the crucial (new) information in it. In languages such as English and Dutch, prosody plays a crucial role in marking IS. For instance, the new or relevant information will typically be pitch accented. After a question like *What did Mary buy at the market?* the answer might be *Mary bought VEGETABLES* (accented word in capitals). In this case, *vegetables* is the focus constituent, which corresponds to the information provided for the *wh*-element in the question.

There is no linguistic universal for signaling IS. The way IS is expressed varies within and across languages. In some languages it may impose syntactic locations for the

focus constituent, in other languages focus-marking particles are used, or prosodic features like phrasing and accentuation (Gussenhoven, 2008; Kotschi, 2006).

According to some linguistic theories, IS is an aspect of the core machinery of language and part of the syntactic or prosodic representation (Büring 2007; Beckman 1996). However, we investigate a new and alternative proposal. This proposal is that languages provide linguistic means, such as prosodic or syntactic marking of new information, that are triggers for recruiting a general attentional network in the brain in the service of increased processing of the marked constituents. Within a good-enough processing framework this might be a safeguard against the possibility that the listener might overhear the most relevant bits and pieces of the linguistic input.

It has been shown that linguistically focused elements receive more attention than background information (Birch & Rayner, 1997; Cutler & Fodor, 1979; Hornby, 1974). The strong bond between linguistic focus and attention is further supported by studies of how IS modulates the so-called semantic illusion effect. The term semantic illusion refers to an effect found in a study by Erickson and Mattson (1981), in which readers were presented with sentences containing a subtle world knowledge anomaly, e.g. *How many animals of each kind did Moses take on the Ark?* Forty-eight percent of readers gave the answer "two" without noticing that the sentence contained an anomalous word (*Moses*), as this word was semantically related to the correct word (*Noah*), thereby creating a semantic illusion. IS can modulate this semantic illusion effect. Subjects are more likely to notice anomalies when the anomalous word is marked as focus by an *it*-cleft structure (*It was Moses who took two animals of each kind on the Ark.* vs. *It was two animals of each kind that Moses took on the Ark.* Bredart & Modolo, 1988) or by capitalization

(Bredart & Docquier, 1989). These results suggest that focused elements are subject to more attention and more elaborate processing than non-focused elements. This claim is further supported by two event-related potential (ERP) studies (Wang et al., 2009; Wang et al., 2011). In response to semantic anomalies, there was a larger N400 effect when the anomalous word was linguistically focused (by means of a *wh*-question context during reading: Wang et al., 2009; or by means of pitch accent during listening: Wang et al., 2011). These results are in line with the suggestion that IS directs the reader's attention towards focused constituents, leading to more detailed processing of focused constituents. Although the association between IS and attention is extensively discussed, it remains an open question which attention networks are engaged in processing IS. It is not clear whether the brain network involved in this attention modulation constitutes a shared network with non-linguistic attention. The first question of our study is therefore: does the attention network modulated by IS constitute a separate network, or is it part of a shared general attention network?

Corbetta and Shulman (2002) identified two attention pathways: a dorsal frontoparietal network and a ventral frontoparietal network. The dorsal attention network includes the intraparietal sulcus (IPS) and superior parietal lobe (SPL), as well as the dorsal frontal cortex along the precentral sulcus, near or including the frontal eye field (FEF). It mediates the allocation of top-down attention driven by knowledge, expectations or current goals. The ventral attention system involves the inferior parietal lobe (IPL) and the ventral frontal cortex, including parts of the middle frontal gyrus (MFG), the inferior frontal gyrus (IFG) and the anterior insula. It mediates bottom-up attention driven by relevant stimuli, especially unexpected and novel ones. Besides these

two networks, subcortical structures such as superior colliculus and pulvinar nucleus of the thalamus are also important in coordinating attention (Shipp, 2004).

The attention networks have primarily been investigated in the domain of spatial attention (Corbetta & Shulman, 2002; Meyer, Alter, & Friederici, 2003; Salmi, Rinne, Degerman, Salonen, & Alho, 2007; Vossel, Thiel, & Fink, 2006). Several studies indicate that the brain regions engaged in spatial attention are also engaged in language-related processes. These processes include the maintenance of a linguistic focus in working memory (Osaka, Komori, Morishita, & Osaka, 2007), directing attention towards semantic categories (Cristescu, Devlin, & Nobre, 2006), as well as directing attention towards specific acoustic properties of speech sounds, such as attention to female vs. male voices (Shomstein & Yantis, 2006), to high vs. low pitch (Hill & Miller, 2010), to linguistic vs. emotional aspects of intonation (Wildgruber et al., 2004), to lexical tones (Li et al., 2003, Li et al., 2010) and to contrastive stress in sentences (Perrone et al., 2010; Tong et al., 2005). Although behavioral studies have established a link between attention and IS, the neuroimaging literature has not explored whether attention and IS are also related in terms of activated brain regions. The relation between attention and IS can shed light on whether IS processing should be viewed as modular (i.e. internal to the language system) or as relying on general attention mechanisms. On the grounds of activation of attention networks by language-related processes, we hypothesized that pitch accent, as a linguistic marker of focus, will recruit general attention networks during language processing.

As mentioned, IS can modulate the semantic illusion effect: focused information is more deeply processed. We therefore expect that IS will modulate unification processes,

that is, operations (either phonological, syntactic or semantic) that combine word information into larger units. The unification process for a sentence with a focused anomaly is assumed to be different from a sentence with an unfocused anomaly in terms of unification loads. Generally, the unification load of sentences with anomalies is higher than that of congruent sentences. This leads to increased BOLD-response in the unification area in the left inferior frontal gyrus (LIFG: Hagoort, 2005; Hagoort, Baggio, & Willems, 2009). This effect is seen for various kinds of semantic (Zhu et al., 2009) and pragmatic anomalies, including world knowledge anomalies (Hagoort et al., 2004; Menenti, Petersson, Scheeringa, & Hagoort, 2009), mismatch between speaker and sentence content (Tesink et al., 2009) and mismatch between expected focus and placement of pitch accent (van Leeuwen et al., submitted). Therefore, the undetected violations might attenuate the LIFG activation. The present study examines whether IS marking, which is presumed to modulate attention networks, can further modulate brain regions that are known to be involved in language unifications (i.e., the LIFG).

More specifically, we independently manipulated the prosody (one way to express IS) and the congruence of sentences to examine the interplay between IS and unification. We predicted that IS markers would activate attention networks, which would further modulate unification in the LIFG. In order to test whether IS markers activate a domain general attention network, we also performed an auditory spatial attention task. The identified attention network in this task was compared to IS-related activations in the language task, i.e. attention specifically engaged in unification processes during language comprehension. We predicted that we would find overlaps between these activations and

the activations of the attention localizer, if a general attention network is recruited during language processing.

5.2 Methods

5.2.1 Participants

Twenty-four university students (mean age 21 years, range 18-24; six males) served as paid volunteers. All were right-handed native speakers of Dutch, with normal or corrected to normal vision. None of them had hearing problems, dyslexia, or a history of neurological or psychiatric diseases. Informed consent was obtained before the experiment. Thirteen additional subjects were scanned but excluded from analysis because of technical problems with the MR scanner (10 subjects) or poor task performance (three subjects, see below).

5.2.2 Stimuli and procedures

The experiment consisted of two tasks: an auditory spatial attention task (localizer task) with non-linguistic auditory stimuli (beeps), and a spoken language task with spoken language stimuli. The auditory spatial attention task was employed to localize the attention network in the particular group of participants, while the language task was used to investigate whether IS (marked by pitch accent) activates parts of the attention network observed in the auditory spatial attention task, and whether this network modulates the process of language unification.

5.2.2.1 The auditory spatial attention task

5.2.2.1 Stimuli

Two tones of different frequency served as auditory stimuli: a cue (600 Hz) and a target (800 Hz) tone. Each tone lasted 150 ms, with a 10 ms linear onset-offset ramp. We presented the stimuli via earplugs, which also attenuated the scanner noise.

5.2.2.1 Procedure

The auditory spatial attention task was a modified version of the visual attention paradigm by Corbetta et al. (2000), which clearly distinguished two attention networks. There were four trial types: valid, invalid, noise, and cue only trials (see Figure 5.1). On valid cue trials (40% of the total trials), the subjects heard a cue tone in either the left or right ear, and this cue tone indicated the location of the upcoming target tone (i.e., a left ear cue tone would predict a left ear target tone). After the presentation of the cue tone, the subject would experience a 1.5 - 3 s silent period followed by 8 to 15 binaurally presented filler tones (600 Hz, same frequency as the cue tone), which were then followed by the target. Finally, an end-of-trial white circle “O” was displayed at the center of the screen for 1.5 - 3 s. The invalid cue trials (20%) were similar to valid cue trials, except that the target appeared at the un-cued location (i.e., if the cue predicted a left ear location, the target would appear in the un-cued right ear). When the end-of-trial signal appeared for valid and invalid cue trials, the subjects were required to press a response button as quickly as possible upon detecting the target: a left button – “left side target” - to be pressed with the right index finger, and a right button – “right side target” - to be pressed with the right middle finger. The noise trials (20%) were similar to valid and invalid cue trials, except that the trial ended after the filler tone and no target tone

was presented. Finally, on cue only trials (20%), the subject heard a cue tone, but no filler or target tones appeared in either ear. Cue only trials ended 1 s after cue presentation. No button presses were required for noise trials and cue only trials, as these two types of trials did not have target tones. Overall, the cue correctly predicted the target location on 2/3 of trials in which a target was presented. The cue tone was used to orient attention towards left or right. The purpose of the filler tone period was for maintaining the top-down attention. The contrast between the target (including both valid and invalid targets) and noise trials was meant to reflect stimulus-driven bottom-up attention caused by the target tone, and the contrast between the invalid and valid cue trials indicated the re-orientation of attention to task-relevant stimuli.

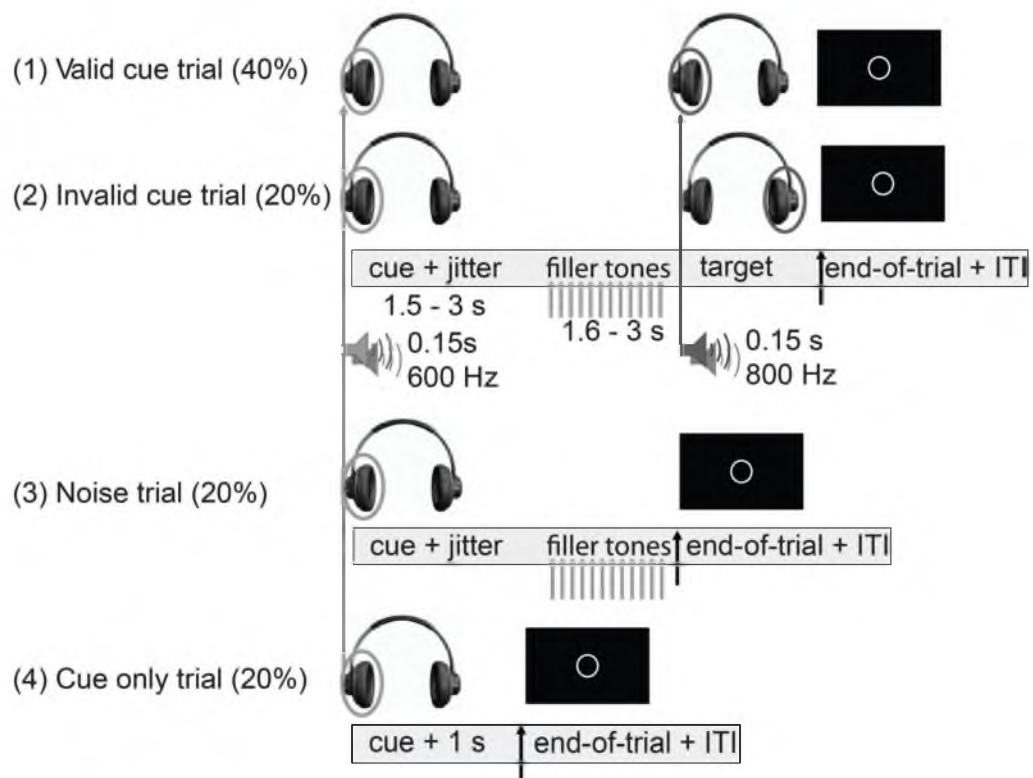


Figure 5.1. The procedure of the auditory spatial attention task. (1) In the valid cue trial, a cue tone (600 Hz, 0.15 s) is presented in one ear to indicate the location of the upcoming target tone. After a 1.5 - 3 s silent period (jitter), 8 to 15 filler tones (with the

same frequency and duration as the cue tone) are presented binaurally (indicated by the arrows). Then a target tone (800 Hz, 0.15 s) is presented in the cued position. Finally, an end-of-trial white circle "O" is displayed at the center of the screen for 1.5 - 3 s (ITI). (2) The invalid cue trial is similar to the valid trial, except that the target appears at the un-cued location. (3) The noise trial is similar to the valid and invalid trials, except that the trial ends after the filler tones and no target tone is presented. (4) The cue only trial only contains a cue tone, and no filler or target tones are presented in either ear. The cue only trial ends 1 s after the cue presentation.

In total there were 150 trials. The four trial types were presented in a pseudorandom way, and no more than three trials with the same condition were presented in succession. A practice session containing 15 trials was conducted outside the scanner to familiarize each subject with the procedure. The subjects were instructed to maintain their attention on the cue location during the filler tone period (which lasted 1.6 - 3 s, depending on the number of filler tones). To minimize head movements, we asked the subjects to look at a white fixation cross displayed at the center of the screen throughout the task, except when the end-of-trial "O" appeared.

5.2.2.2 The spoken language task

5.2.2.2 Stimuli

We constructed 200 Dutch sentence quartets. Within each quartet, we independently manipulated a specific word or noun phrase (defined as the Critical Word, CW) along two factors: Congruence (Congruent: C+; Incongruent: C-) and Prosodic pattern (With pitch accent: P+; Without pitch accent: P-). The congruence of the CW was manipulated so it either fitted the sentence context (C+) or violated semantics or general world knowledge (C-). The C- and C+ sentences were identical except for the CWs (see Table 5.1 for an example). However, the congruent and incongruent CWs themselves

were semantically related. We manipulated IS by either placing a pitch accent on the CW (P+) or not (P-).

Table 5.1. Exemplification of the four conditions of one item in the language task.

(1) C+P+ (Congruent, With pitch accent)

Volgens het Bijbelboek Genesis bracht NOACH twee dieren van iedere soort op de ark.
(According to the book of Genesis, NOAH brought two animals of each kind on the ark.)

(2) C-P+ (Incongruent, With pitch accent)

Volgens het Bijbelboek Genesis bracht MOZES twee dieren van iedere soort op de ark.
(According to the book of Genesis, MOSES brought two animals of each kind on the ark.)

(3) C+P- (Congruent, Without pitch accent)

Volgens het Bijbelboek Genesis bracht Noach twee dieren van iedere soort op de ark.
(According to the book of Genesis, Noah brought two animals of each kind on the ark.)

(4) C-P- (Incongruent, Without pitch accent)

Volgens het Bijbelboek Genesis bracht Mozes twee dieren van iedere soort op de ark.
(According to the book of Genesis, Moses brought two animals of each kind on the ark.)

Note: The examples were originally in Dutch. Literal translations in English are given in brackets. The critical words (CWs) are underlined, and the words with pitch accent are in capitals. C+: Congruent; C-: Incongruent; P+: With pitch accent; P-: Without pitch accent.

The 200 quartets were recorded by a male native Dutch speaker at 44.1 kHz sampling rate and 16-bit resolution in a soundproof recording room. Praat 4.0 (Boersma & Weenink, 2002) was used to normalize loudness differences between sentences by scaling the intensity to 70 dB. We conducted a pretest in order to ensure that the sentences met the following criteria: (1) the content of the incongruent versions should be incompatible with semantic/world knowledge of an average young native speaker of Dutch; (2) the content of the two congruent versions (C+) should be unproblematic, that

is, the C+ sentences were taken as congruent no matter if the CW was realized with a pitch accent (P+) or not (P-).

5.2.2.2 Material selection

The 200 quartets of sentences were arranged into four lists, with 200 items per list (50 items per condition) using a Latin square procedure. Therefore, exactly one exemplar of all the 200 quartets was presented in each list. The four lists were presented to 20 native Dutch speakers (mean age 21, range 19-24, five males) who did not participate in the fMRI study. These subjects were required to answer the question *Does the sentence make sense?* (Dutch: *Klopt de zin?*) by pressing a button as fast as possible: Green button (right index finger) for “yes”, red button (right middle finger) for “no”. We found that the detection rate for anomalies was significantly higher in the P+ condition (mean detection rate: 78.5 %) than in the P- condition (mean detection rate: 63.6%; two-tailed paired t-test: $t_{(199)} = 7.93$, $p < .001$). For the two C+ conditions, no difference was found in false alarm rates (i.e. the rate of C+ sentences that were taken as anomalous) between the C+P+ (9%) and C+P- conditions (8%), as indicated by a two-tailed paired t-test: $t(199) = .70$, $p = .49$.

We discarded 79 quartets of the 200 original quartets, on grounds of the distribution of responses. To meet the first criterion, we discarded quartets for which subjects more often judged the C-P+ version as correct than as incorrect (i.e., the anomaly was too subtle). We also discarded quartets for which subjects always noticed the anomaly in both C- versions (i.e., the anomaly was too obvious). To meet the second criterion of unproblematic C+ versions, we discarded quartets if the subjects judged the C+ versions more often as incorrect than as correct. We also discarded the quartets if the subjects judged the C- versions as incongruent more often than they judged the C+ versions as

congruent. In the end, 121 quartets remained and we used 120 of them in the fMRI experiment. For these 120 items, the detection rate for anomalies was significantly higher in the P+ condition (mean detection rate: 81.5 %) than in the P- condition (mean detection rate: 57.7%; two-tailed paired t-test: $t_{(119)} = 9.42$, $p < .001$). For the two C+ conditions, no difference was found in false alarm rates between the C+P+ and C+P- conditions (7% and 6%, respectively; two-tailed paired t-test: $t(119) = .77$, $p = .46$). We compared the frequency of the CWs in the congruent and incongruent conditions based on the Dutch SUBTLEX word corpus (Keuleers, Brysbaert, & New, 2010). Out of the 120 word pairs, 106 word pairs were registered in the corpus with log frequency (mean \pm SD = 2.31 ± 0.95 and 2.25 ± 1.02 for the words in the congruent and incongruent conditions respectively). A two-tailed t-test showed no frequency difference for word pairs ($t_{(105)} = 0.72$, $p = 0.48$).

5.2.2.2 Acoustic analysis

To ensure that there was a measurable difference in prosodic pattern between CWs in P+ and P- conditions, we examined them with regards to acoustic measures that predict perceived prominence statistically. According to Streefkerk, Pols, & Bosch (1999), perceived prominence in read aloud Dutch sentences can be predicted (81% accuracy) on the grounds of a combination of acoustic measurements, such as duration, intensity and F0. In our analysis, we used similar measures to compare P+ experimental sentences to their P- equivalents. We performed five F-tests, each with one of the following dependent variables: CW duration, CW intensity, mean F0 of each CW, standard deviation (std) for the F0 of each CW, and root mean square (rms) for the amplitude of each CW.

Table 5.2. Acoustic measurements of critical words in target sentences.

	<i>P+</i> (with pitch accent)	<i>P-</i> (with no pitch accent)	$F_{(1,119)}$
duration (ms)	700 (196)	536 (190)	355***
intensity (dB)	66 (2)	60 (3)	426***
F0 mean (Hz)	153 (14)	127 (13)	352***
F0 std	27 (8)	14 (12)	119***
amplitude rms	.04 (.01)	.02 (.01)	363***

Note: *** signifies significance at the .001 level. Means and standard deviations (in brackets) are presented.

Table 5.2 presents the results for the acoustic measures and statistical analysis of the CWs. In P+ conditions, CWs had significantly longer durations, higher intensity, higher mean F0, larger F0 std, and larger amplitude rms than in the P- conditions. Therefore, the acoustic measurements indicate a difference in perceived prominence of the two conditions. The duration of the sentences ranged from 3.5 s to 7.1 s with an average duration of 5.4 s.

5.2.2.2 Experimental lists

For the fMRI experiment we made four lists by means of a Latin square procedure, with each list containing an equal number of items (30 items) per condition. No single participant listened to more than one version of a quartet, and all four versions were presented across the four different experimental lists. In order to vary the position of pitch accent in sentences containing anomalies, we constructed 30 C- filler sentences. They contained an incongruent word, but the pitch accent was on one of the other words in the sentence. For example, in *Root crops like radish, CARROTS, and peas do not stand frost*, the word *peas* (which is not a root crop) was not realized with a pitch accent,

whereas one of the other words, *carrots*, was. To have the same number of congruent and incongruent sentences on each list, we added 30 C+ fillers. These fillers were similar in format and content to C+P+ items. Consequently, there were 180 sentences in each experimental list (120 experimental items and 60 filler items). Each list was presented to the same number of subjects (six subjects). For half of the list, we reversed the order of presentation. To assure that participants attended to the content of the sentences, one out of six trials contained a visually displayed comprehension question. The 30 comprehension questions were equally distributed over the four experimental and the two filler conditions. The comprehension question concerned the previous sentence and never referred to the CW. Questions thus never referred to the anomalies. All comprehension questions were yes-no questions (half of which required a “yes” answer).

5.2.2.2 Procedure

Each trial started with a fixation cross lasting 3 - 7 s. Then a 300 ms auditory beep cue was presented to indicate the start of the upcoming sentence, and 700 ms later the subject heard a sentence. For 5/6 of the trials, the sentence presentation was immediately followed by the fixation cross, indicating a new trial. In the other 1/6 of the trials, a “yes/no” question was presented visually after a silent fixation period of 3 - 7 s. The question was presented for 3 s, during which subjects should indicate answers by pressing a green button (“yes”) using right index finger or a red button (“no”) using right middle finger. Then the next trial began with the 3 - 7 s fixation. To minimize eye movements, we instructed subjects to look at a white fixation cross shown on the black screen throughout the experiment (except during questions). Before entering the scanner, the

subjects completed a practice session containing 15 trials to familiarize them with the procedure and to ensure that they fully understood it.

5.2.3 fMRI data acquisition

Participants were scanned with a Siemens 3T Tim-Trio MR scanner, using a 32 channel surface coil. We acquired T2*-weighted EPI-BOLD fMRI data using an ascending slice acquisition sequence (volume TR = 1.78 s, TE = 30 ms, 90 degree flip-angle, 31 slices, slice-matrix size = 64 x 64, slice thickness = 3 mm, slice gap = 0.5 mm, FOV = 224 mm, voxel size = 3.5 x 3.5 x 3.0 mm). After the auditory spatial attention task (~20 minutes), subjects performed the spoken language task (~40 minutes). Finally we acquired high-resolution anatomical MR images with a T1-weighted 3D MPRAGE sequence (TR = 2300 ms, TE = 3.03 ms, 192 sagittal slices, slice thickness = 1.0 mm, voxel size = 1 x 1 x 1 mm, FOV = 256 mm).

5.2.4 Data analysis

5.2.4.1 Preprocessing

The fMRI data were preprocessed using SPM5 (Friston, 2007). The first five images were discarded to avoid transient non-saturation effects. The functional images were realigned, slice-time corrected, and then co-registered with the corresponding structural MR images using mutual information optimization. Subsequently, the images were spatially normalized (i.e., the normalized transformations were generated from the structural MR images and applied to the functional MR images), and transformed into a common anatomical space defined by the SPM Montreal Neurological Institute (MNI) T1

template. Finally, the normalized images were spatially smoothed using a 3D isotropic Gaussian kernel (FWHM = 8 mm).

5.2.4.2 Whole brain analysis

The linear model used in the 1st level single-subject analysis was based on the functional images acquired in the auditory spatial attention and spoken language task. The beta-images of the corresponding 1st level regressors were used in the 2nd level random effects group analysis, separately for these two tasks.

In the 1st level auditory spatial attention task analysis, the linear model included explanatory variables derived from the onsets and durations of different events: cue, filler tones, target and end-of-trial "O". The target regressors were segregated on trial type: valid/invalid, left/right, and an absence of target. In addition, the trials with a response error were modeled separately. Regressors for the six realignment parameters were included for movement artifact correction as well as a high-pass filter (cutoff 128 s) to account for various low-frequency effects. The regressors (except the realignment and high-pass filter regressors) of the model were convolved with the canonical hemodynamic response function provided by SPM5. Then the beta-images of the "cue", "filler tones", "valid target (the combination of valid cue trial/left side and valid cue trial/right side)", "invalid target (the combination of invalid cue trial/left side and invalid cue trial/right side)", "target (the combination of valid and invalid targets)", "no target" were generated. For the 2nd level random-effects analysis, the beta-images were subjected to either one-sample T-tests (for the cue and filler tones) or one-way repeated measures ANOVAs (for the contrasts of invalid vs. valid target and target vs. no target).

The linear model for the 1st level spoken language single-subject analysis included a regressor for the fixation, a regressor from the onset of the auditory beep cue to either the onset of the CW in the experimental conditions or to the offset of the filler sentences, condition regressors from the onset of the CW to the offset of the experimental sentences in the C+P+, C-P+, C+P-, C-P- conditions separately, and finally a regressor for the comprehension questions. Regressors for the six realignment parameters, as well as a high-pass filter (cutoff 128 s), were included in the model. The regressors (except the realignment and high-pass filter regressors) of the model were convolved with the canonical hemodynamic response function provided by SPM5. For the 2nd level statistical analysis, the beta-image related to the C+P+, C-P+, C+P-, C-P- conditions were used in a two-way repeated measures ANOVA: Congruence (Congruent: C+, Incongruent: C-), Prosodic pattern (With pitch accent: P+, Without pitch accent: P-).

For both tasks, 2nd level statistical inference was based on the cluster-size statistics from the relevant 2nd SPM[T] volumes and p-values correct for multiple dependent comparisons (Friston, 2007). SPMs were thresholded at the voxel level at $p < .005$ (uncorrected) to define clusters, and only clusters significant at $p < .05$ (family-wise error [FWE] corrected) are reported (unless otherwise specified). Local maxima within significant clusters are reported with their respective Z-values.

5.3 Results

5.3.1 Behavioral results

For the auditory spatial attention task, all 24 included participants had a high correct response rate (> 80%). Three other subjects made a high number of errors (correct

response rate < 65%) and were therefore excluded from further analysis. The response time (RT) and accuracy for the 24 participants included in the auditory spatial attention task are summarized in Table 5.3.

Table 5.3. Behavioral data showing validity effect in the spatial attention task.

	Valid	Invalid
RT (ms)	414 (114)	449 (114)
Accuracy	95% (6%)	93% (10%)

Note: Means and standard deviations (in brackets) are presented. RT: Response Time.

A one-way repeated-measures ANOVA was conducted for the RT and accuracy data separately, with validity of the cue (valid, invalid) as a within-subject factor. We found significantly shorter RT for the valid compared to the invalid condition ($F_{(1,23)} = 15.3$, $p < .001$), but no significant difference was found in the accuracy between the valid and invalid conditions ($F_{(1,23)} = 1.39$, $p = .25$).

In the spoken language task, the questions were designed to make sure that the participants attended to all sentences while lying in the scanner. We found that the participants had high response accuracy (mean accuracy: 81%; standard deviation: 12%) for 22 of the 30 questions. For these 22 questions, the incorrect responses and missed button presses were evenly distributed among the participants. For the remaining eight questions, less than 20% of the participants were able to give correct answers. This was due to the difficulty of the questions rather than the absence of participants' attention, since it is unlikely that more than 80% of the participants were inattentive during the

same item after the order of items had been randomized across participants. Therefore, the results showed that the participants attended to most of the sentences.

5.3.2 Brain areas activated in the auditory spatial attention task

During the cue period, we found a right superior and inferior parietal cluster ($P_{FWE} = .004$), which extended medially into the precuneus, paracentral and postcentral cortex (shown in Figure 5.2A).

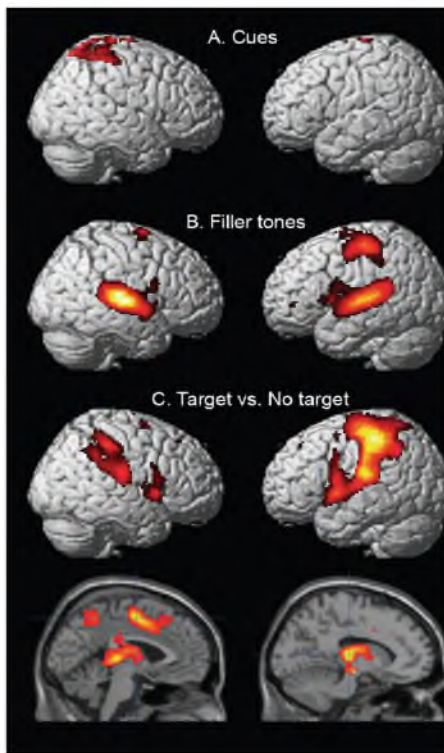


Figure 5.2. Significant brain activations found in the auditory spatial attention task (MNI stereotactic space; cluster-level $P_{FWE-corrected} < .05$; thresholded at the voxel-level $P_{uncorrected} < .005$). A. Effect of attention orientation elicited by cues. The activated areas include right superior and inferior parietal cortex, extending medially into the precuneus, paracentral and postcentral cortex. B. Effect of attention maintenance during the presentation of filler tones. The activated regions are bilateral superior temporal, extending to inferior frontal and insula, as well as posterior frontal cortex, including bilateral supplementary motor area, middle anterior cingulate and left precentral and postcentral cortex. C. Effect of bottom-up input, obtained by the contrast between target (including both valid and invalid) vs. no target conditions. The presence of target activated bilateral perisylvian regions, including left precentral, postcentral and superior/inferior parietal cortex, anterior cingulate, right inferior parietal cortex, bilateral precuneus, as well as subcortical area such as insula and thalamus.

The sagittal slice are shown at $x = -2$ (bottom, left) with the cross-hair at the maximum in middle cingulate cortex, and $x = -12$ (bottom, right) with the cross-hair at left thalamus.

During the filler tones period, we found bilateral superior temporal clusters (left: $P_{FWE} < .001$; right: $P_{FWE} < .001$), extending into the inferior frontal and insular cortex on the left. In addition, posterior frontal cortex was activated (left: $P_{FWE} < .001$; right: $P_{FWE} < .001$), including bilateral supplementary motor areas, left precentral and postcentral

cortex, as well as bilateral mid-anterior cingulate cortex (Figure 5.2B). In the target period, the contrasts between the invalid and valid targets did not yield any significant difference. Therefore, we collapsed the two target conditions into one (including both valid and invalid targets) and compared it with the absence of target. This contrast yielded activations in bilateral perisylvian regions (left: $P_{FWE} < .001$; right: $P_{FWE} < .001$), including left precentral, postcentral and superior/inferior parietal cortex, anterior cingulate, insula, right inferior parietal cortex, bilateral precuneus ($P_{FWE} = .01$), and subcortical structures including the thalamus (Figure 5.2C). Table 5.4 displays the coordinates of local maxima for all the significant clusters.

Table 5.4. Results for the auditory spatial attention contrasts.

Anatomical cluster	BA	Local maxima (x,y,z)	Cluster size	Cluster P_{FWE}	Voxel-level Z score
<i>Cue period</i>					
R superior parietal cluster			779	.004	
precuneus	7	(8,-50,76)			3.01
superior parietal cortex	7	(30,-64,64)			3.39
superior parietal cortex	7/40	(46,-46,62)			3.55
inferior parietal cortex	40	(46,-56,58)			2.61
paracentral cortex	6	(4,-18,78)			3.88
paracentral cortex	4	(6,-36,78)			4.23
postcentral	2	(52,-28,60)			3.49
postcentral	5/7	(38,-40,68)			3.63
<i>Filler tones period</i>					
L/R SMA-cingulate cluster			2289	< .001	
L supplementary motor	6	(-8, -6, 64)			5.76

Table 5.4 (continued). Results for the auditory spatial attention contrasts.

Anatomical cluster	BA	Local maxima (<i>x,y,z</i>)	Cluster size	Cluster P_{FWE}	Voxel-level Z score
R supplementary motor	6	(4, 0, 62)			6.11
L mid-anterior cingulate cortex	24/32	(-10,8,34)			3.36
R mid-anterior cingulate cortex	24/32	(12,8,40)			3.27
L pre/postcentral cluster			2165	< .001	
precentral	4	(-36, -22, 60)			5.77
precentral	6	(-32, -16, 70)			3.68
postcentral	2	(-42,-24,56)			5.54
R superior temporal cluster			3846	< .001	
Heschl's gyri	41/42	(48, -22, 10)			7.13
superior temporal gyrus	22	(58, -18, 4)			7.83
<i>Target vs. No target</i>					
L perisylvian and bilateral subcortical cluster			17318	< .001	
L precentral	4	(-36,-28,70)			5.82
L postcentral	1/2/3	(-56,-24,40)			5.84
L postcentral	2	(-42,-32,58)			6.56
L superior parietal cortex	2/40	(-56,-32,54)			6.61
L supramarginal cortex	40	(-54,-22,22)			6.44
L superior temporal	42	(-50,-14,8)			3.84
L insula	14/16	(-46,0,8)			5.88
L middle frontal cortex	6/44	(-60,6,24)			4.20
L putman	-	(-30,-2,-4)			4.12
R thalamus	-	(14,-8,12)			4.83
R anterior cingulate	32	(4,16,40)			3.88
R insula	14/16	(44,6,2)			4.11

Table 5.4 (continued). Results for the auditory spatial attention contrasts.

Anatomical cluster	BA	Local maxima (x,y,z)	Cluster size	Cluster P_{FWE}	Voxel-level Z score
L/R precuneus cluster			602	.01	
L precuneus	7	(-2,-52,54)			3.74
R precuneus	7	(4,-62,56)			3.69
R supramarginal cluster			1968	<.001	
R inferior parietal cortex	40	(56,-36,52)			4.05
R inferior parietal cortex	40	(54,-56,44)			2.72
R inferior parietal cortex	40	(44,-46,38)			2.61
R supramarginal cortex	40	(54,-42,38)			3.30
R supramarginal cortex	40	(66,-28,30)			3.71
R supramarginal cortex	40	(64,-18,20)			4.81

Note: The significant clusters were obtained under a threshold of $P_{\text{uncorrected}} < .005$ at the voxel level, and $P_{\text{FWE-corrected}} < .05$ at the cluster level. BA = Brodmann's area; x,y,z = the original SPM x,y,z coordinates in millimeters of the MNI space; anatomical labels are derived from the Automated Anatomical Labeling map (AAL; Tzourio-Mazoyer et al., 2002) and from Brodmann's atlas in MRICron. The rows in boldface indicate the name of the significant clusters.

5.3.3 Brain areas activated in the spoken language task

In the spoken language task, the incongruent conditions elicited larger activations than the congruent conditions in the bilateral inferior and middle frontal gyrus (left: $P_{\text{FWE}} < .001$; right: $P_{\text{FWE}} = .005$), as well as left medial frontal region ($P_{\text{FWE}} = .03$; see Figure 5.3A). The comparison between conditions with and without pitch accent on the CW revealed larger activations for the pitch accent condition in bilateral superior and middle temporal cortex (left: $P_{\text{FWE}} = .002$; right: $P_{\text{FWE}} < .001$), bilateral inferior parietal cortex (left: $P_{\text{FWE}} = .011$; right: $P_{\text{FWE}} = .002$), left inferior and middle frontal cortex (P_{FWE}

= .086), as well as right inferior, middle and posterior frontal cortex ($P_{FWE} = .009$; shown in Figure 5.3B).

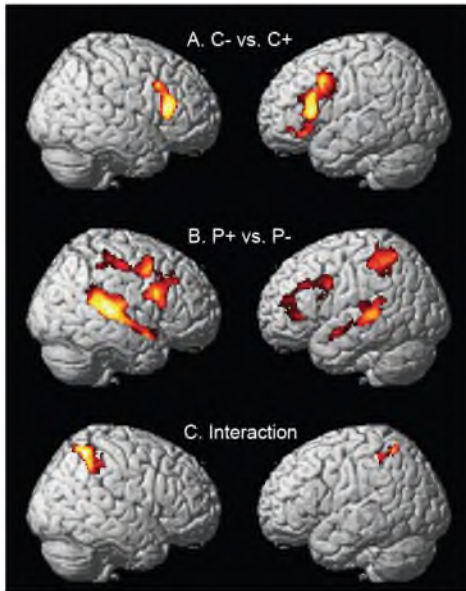


Figure 5.3. Significant brain activations in the spoken language task (MNI stereotactic space; cluster-level $P_{FWE-corrected} < .05$, except for the left frontal cluster in contrast B: $P_{FWE-corrected} = .083$; thresholded at the voxel-level $P_{uncorrected} < .005$). A. Effect of congruence. The incongruent sentences had stronger activations in bilateral inferior, middle frontal gyrus and left medial frontal region. B. Effect of prosodic pattern. The pitch accent strongly activated bilateral superior, middle temporal cortex, bilateral inferior parietal cortex, left inferior and middle frontal cortex, as well as right inferior, middle and posterior frontal cortex. C. The interaction between congruence and prosodic pattern. The activations included superior/inferior parietal cortex and right supramarginal cortex.

The interaction between congruence and prosodic pattern showed a significant cluster ($P_{FWE} = .018$) in the right superior/inferior parietal and supramarginal cortex (see Figure 5.3C). We found that the left parietal cortex is also part of the attention network (as identified in the auditory spatial attention task). In order to test whether the interaction between congruence and prosodic pattern also exists in the left parietal cortex, we applied a small volume correction to the homologous region of the right parietal cortex. We defined a sphere of 10 mm radius centered on coordinates of the homologous activation peak in the right hemisphere (-34,-52,56), within which the correction of multiple comparisons was performed. In this way, the sensitivity of the statistical analysis was improved. The results showed a significant cluster in the superior/inferior parietal cortex ($P_{FWE} = .033$, small volume correction). The peaks of activations are shown in Table 5.5.

Table 5.5. Results for the language contrasts.

Anatomical cluster	BA	Local maxima (x,y,z)	Cluster size	Cluster P _{FWE}	Voxel-l evel Z score
<i>Main effect of congruence: C- vs. C+</i>					
L inferior/middle frontal cluster			1943	< .001	
inferior frontal gyrus	47	(-44,42,-6)			2.92
inferior frontal gyrus	45	(-40,20,20)			3.61
inferior frontal gyrus	44	(-40,8,30)			3.71
anterior insula	13/15/49	(-32, 26, -4)			3.68
middle frontal gyrus	9	(-44,10,38)			3.53
L medial frontal cluster	6/8	(-6, 28, 54)	580	.030	4.09
R inferior/middle frontal cluster			860	.005	
inferior frontal gyrus	45	(50, 24, 12)			4.13
inferior frontal gyrus	45/46	(46, 22, 28)			3.43
middle frontal gyrus	9/44	(42, 16, 32)			3.75
<i>Main effect of prosodic pattern: P+ vs. P-</i>					
L frontal cluster			437	.086	
inferior frontal gyrus	44	(-60,14,22)			3.03
middle frontal gyrus	46	(-44, 46, 18)			3.42
superior frontal cortex	6/9/44	(-56, 10, 36)			3.60
L temporal cluster			998	.002	
middle temporal gyrus	21/22	(-40, -2, -14)			3.57
superior temporal gyrus	22	(-60,-42,16)			2.90
L parietal cluster			729	.011	
superior parietal cortex	7	(-40, -50, 60)			3.81

Table 5.5 (continued). Results for the language contrasts.

Anatomical cluster	BA	Local maxima (x,y,z)	Cluster size	Cluster P_{FWE}	Voxel-l evel Z score
inferior parietal cortex	40	(-54, -40, 52)			3.57
supramarginal gyrus	40	(-38,-50,40)			2.95
R inferior/middle frontal cluster			761	.009	
inferior frontal gyrus	44/45	(50, 12, 24)			3.98
middle frontal gyrus	9	(48, 32, 34)			3.17
R middle/posterior frontal cluster			1018	.002	
middle frontal gyrus	6/8/9	(30,8,44)			3.72
postcentral gyrus	1/2/3	(54, -20, 50)			3.54
supramarginal gyrus	40	(48,-36,46)			2.98
R temporal cluster			2468	< .001	
superior temporal gyrus	41/42	(46, -36, 10)			4.69
supramarginal gyrus	40	(52,-16,14)			3.07
<i>Interaction between congruence and prosodic pattern</i>					
R parietal cluster			656	.018	
superior parietal cortex	7	(24,-58,60)			3.04
inferior parietal cortex	7/40	(34, -52, 56)			3.49
inferior parietal cortex	7/40	(42, -48, 48)			3.40
supramarginal gyrus	40	(40, -38, 44)			3.26
L parietal cluster			72	.033^{SVC}	
superior parietal cortex	7	(-30,-54,58)			3.13
inferior parietal cortex	7/40	(-40,-46,56)			2.82

Note: The significant clusters were obtained under a threshold of $P_{\text{uncorrected}} < .005$ at the voxel level, and $P_{\text{FWEcorrected}} < .05$ at the cluster level. BA = Brodmann's area; x,y,z = the original SPM x,y,z coordinates in millimeters of the MNI space; anatomical labels are derived from the Automated Anatomical Labeling map (AAL; Tzourio-Mazoyer et al., 2002) and from Brodmann's atlas in MRICron. The rows in boldface indicate the name of the significant clusters. SCV: small volume correction.

To further describe the different activation patterns in the four conditions, we took the functional activation revealed in the interaction (right superior/inferior parietal and supramarginal cortex, and left superior/inferior parietal cortex) as regions of interest (ROIs). A two-way repeated measures ANOVA was performed to the averaged beta values in each of the ROIs. The average time course in the four conditions were separately calculated using MarsBaR (Brett, Anton, Valabregue, & Poline, 2002). Figure 5.4 displays the different activations among the four conditions in the ROIs.

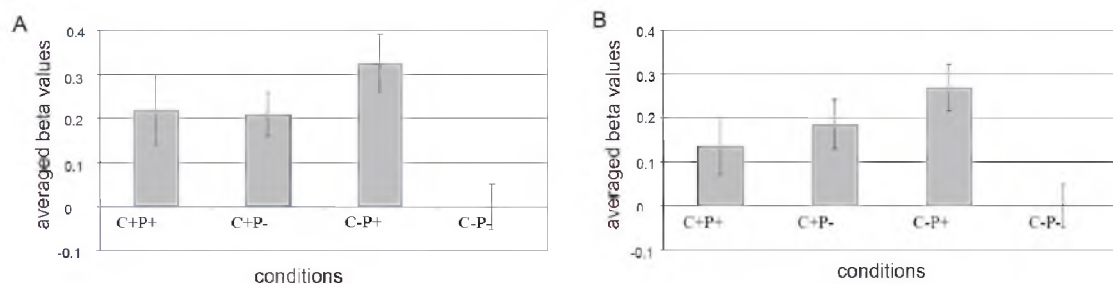


Figure 5.4. Different activations in the four conditions in the ROI of A. left superior/inferior parietal cortex; B. right superior/inferior parietal and right supramarginal region. The gray bars represent the averaged beta values of four conditions in the ROI (the activation in the C-P- condition was taken as an arbitrary zero in the diagram). The vertical lines indicate the standard error for each condition. C+P+: Congruent, with pitch accent; C+P-: Congruent, without pitch accent; C-P+: Incongruent, with pitch accent; C-P-: Incongruent, without pitch accent.

In both ROIs, we found a larger activation for the P+ than the P- condition ($F_{(1,23)} = 4.04$, $p = .056$; $F_{(1,23)} = 5.49$, $p = .028$, respectively for the right and left ROI), while no significant difference was found between the C- and the C+ condition ($F_{(1,23)} = .29$, $p = .60$; $F_{(1,23)} = 1.67$, $p = .21$, respectively for the right and left ROI). Moreover, the

difference between the P+ and P- conditions in the ROIs depended on the sentence congruence, as indicated by a significant interaction between prosodic pattern and congruence. A simple effect test showed that the difference between the P+ and P- conditions was only significant in the C- condition ($F_{(1,23)} = 20.8$, $p < .001$; $F_{(1,23)} = 18.2$, $p < .001$, respectively for the right and left ROI), but not in the C+ condition ($F_{(1,23)} = .34$, $p = .56$; $F_{(1,23)} = .01$, $p = .93$, respectively for the right and left ROI).

5.3.4 Common areas activated in both the auditory spatial attention task and the spoken language task

In order to determine whether the spoken language task and the auditory spatial attention task activated the same attention network, we overlay the functional activations obtained in the auditory spatial tasks and the activations found in the contrast between the P+ and P- in the spoken language task.

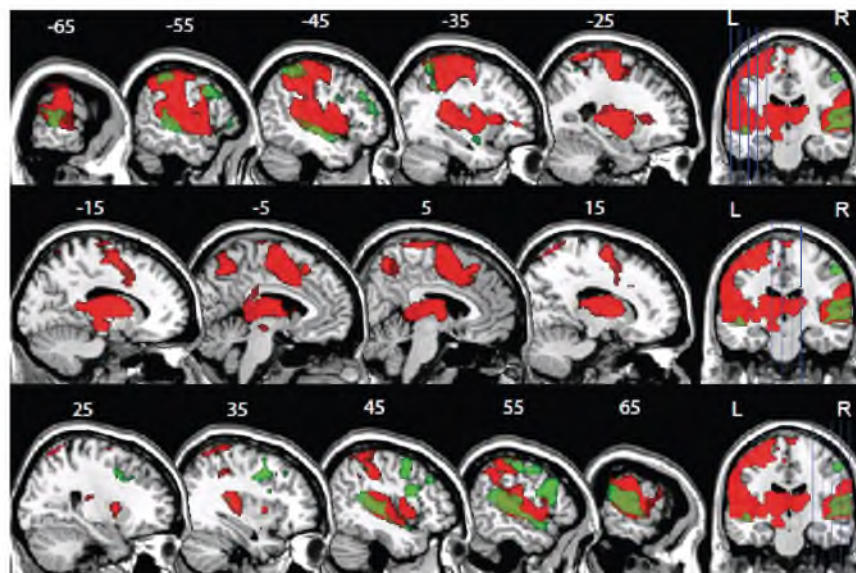


Figure 5.5. The regions that were activated in both the auditory spatial attention task (in red) and the contrast between P+ (with pitch accent) and P- (without pitch accent) in the spoken language task (in green). The overlap includes bilateral superior temporal gyrus,

bilateral inferior parietal cortex (extending into the intraparietal sulcus), as well as left precentral cortex. The activations were shown in multiple sagittal slices (x-coordinate, in equal 10 mm intervals, from -65 mm to 65 mm). The coronal slice is shown at $y = 6$. (MNI stereotactic space; cluster-level $P_{\text{FWE-corrected}} < .10$; thresholded at the voxel-level $P_{\text{uncorrected}} < .005$)

We chose this approach for two reasons: First, it is a conservative approach, as the activations of both tasks reached significance in the whole-brain analysis. Second, as the models constructed in the two tasks are very different, it would not have been feasible to carry out a direct conjunction analysis in the same model. Figure 5.5 shows the activations obtained from both tasks as well as the overlap between them. We found that these two tasks activated some common regions, including bilateral superior temporal gyrus, bilateral inferior parietal cortex (extending into the intraparietal sulcus), as well as left precentral cortex.

5.4 Discussion

This study aimed to examine the neural correlates of (prosodic) IS marking during sentence comprehension. In particular, we were interested in whether a common attention network was recruited for both linguistic, IS induced, attention and for non-linguistic attention in relation to auditory spatial processing. In a spoken language task, we independently manipulated the prosodic pattern and congruence of sentences. The prosodic manipulation showed bilateral involvement of the inferior parietal, superior and middle temporal, as well as inferior, middle and posterior parts of the frontal cortex. We compared the activations caused by pitch accent in the spoken language task to activations from an auditory spatial attention task. Both tasks activated a common attention network involving bilateral inferior parietal, superior temporal, and left

precentral cortex. In addition, we observed an interaction between prosodic pattern and congruence in bilateral inferior parietal regions: for incongruent sentences, but not for congruent ones, there was a larger activation if the incongruent word was realized with a pitch accent, than without pitch accent. Finally, incongruent sentences affected bilateral inferior and middle frontal gyrus. We discuss the results in more detail below.

5.4.1 Neural correlates of IS marking overlap with attention networks

In the spoken language task, a comparison of conditions with prosodic alternations revealed larger activations for the pitch accent condition in bilateral inferior parietal cortex, superior and middle temporal cortex, inferior and middle frontal cortex as well as right posterior frontal cortex. The auditory spatial attention task activated both dorsal and ventral attention networks (Corbetta et al., 2000; Corbetta, Kincade, & Shulman, 2002). We compared the activations in these two tasks and found that some regions were overlapping. The shared network included the bilateral superior temporal gyrus, inferior parietal cortex (extending into the intraparietal sulcus [IPS]) and the left precentral cortex. The existence of a shared network indicates that linguistic attention is not separate from non-linguistic attention.

As mentioned in the introduction, the inferior parietal cortex including IPS and dorsal frontal cortex play a role in deploying attention to task relevant features or locations of objects (Corbetta, Patel, & Shulman, 2008). In general, the IPS is not involved in language processing (Vigneau et al., 2006). Only when a language processing task focuses the attention of the listener, we might see the involvement of this region. For instance, previous studies have found inferior parietal activation for tasks where subjects were explicitly asked to discriminate between prosodic structures: to identify the

placement of a contrastive stress (Perrone et al., 2010; Tong et al., 2005) and to discriminate sentence intonation (Tong et al., 2005). Unlike these studies, our study did not explicitly ask subjects to attend to prosody but to comprehend sentences. Therefore, we take the activations in the attention-related regions in our language task as induced by prosody itself, not by external factors such as specific instructions. Note that the resulting attention effects are inseparable from acoustic energy effects in this study, as the IS differences in our design involved manipulation of prosodic prominence. Still, the activation of the superior/inferior parietal cortex is not likely to be purely driven by the processing of increased acoustic energy, as an interaction between Congruence and Prosodic pattern was revealed in these regions. Besides, literature on attention in the visual spatial domain have also identified networks in the parietal and frontal cortex (Corbetta et al., 2000). Nevertheless, the overlap in bilateral superior temporal gyrus can both be interpreted as related to general attention (Corbetta et al., 2000; Hill & Miller, 2010; Mayer, Harrington, Adair, & Lee, 2006) and as related to acoustic analysis of prominent sounds (Emmorey, Allen, Bruss, Schenker, & Damasio, 2003).

Overall, the overlap in the employed attention networks suggests that IS (marked by prosody in the present study) modulated a domain general attention network. Pitch accent signaled the saliency of the focused words and thereby recruited attentional resources for increased processing. The involvement of both dorsal and ventral attention networks indicate that IS allocates attentional resources in both top-down and bottom-up manners. Although a general attention network has been proposed by a number of studies (Hill & Miller, 2010; Osaka et al., 2007; Shomstein & Yantis, 2006; Wildgruber et al., 2004), few direct comparisons have been conducted between linguistic and non-linguistic tasks.

Our results demonstrate that there is a common attention network for voluntarily orienting attention to a particular feature or location, whether linguistic or non-linguistic.

In addition to the overlapping brain regions in the two tasks, the prosodic alternation also modulated brain regions in the bilateral inferior and middle frontal cortex. Although these regions have been associated with attention (for a review, see Corbetta et al., 2008), they were not activated in our auditory spatial attention task. The engaged brain regions can be seen as associated with unification of the linguistic input (Hagoort, 2005; Hagoort et al., 2009). Activations related to specialized linguistic functions were also reported by Cristescu et al. (2006). In a cued lexical-decision task, they compared brain activations of spatial orienting (with a cue to the position of a target word) with that of semantic orienting (with a cue to the semantic category of the target word). They found that besides a common activation of frontoparietal networks, orienting to a semantic category selectively activated brain areas associated with semantic analysis of words, such as the left anterior inferior frontal cortex. This suggests that the type of attended information partly determines the activation of brain regions beyond a domain general attention network.

5.4.2 An interaction in inferior parietal cortex: the activation of the attention network depends on sentence congruence

In the spoken language task, we found an interaction between congruence and prosodic pattern in the right superior/inferior parietal (including IPS) and supramarginal cortex, as well as the left inferior parietal cortex. These regions were part of the attention network. For congruent sentences, the activation of these regions was not affected by the prosodic alternation. However, for the incongruent sentences, there was more activation in these

regions in the case of an incongruent word with pitch accent compared to an incongruent word without pitch accent. Bisley & Goldberg (2010) proposed that IPS plays a role in prioritizing where to direct attention. For our spoken language task, both congruence (affecting unification) and accentuation (affecting perception) can be seen as important to prioritizing where attention is directed. In the congruent conditions, prosody has little influence on the activation of the attention networks, as the congruent words can be integrated in the sentential context without difficulties. This unification process requires the same amount of attention irrespective of the prosodic pattern of the sentences. In contrast, in the incongruent conditions, the prosodic focus strongly activated the attention network due to the processing complexity. The anomalous words without pitch accent were not prosodically marked and might therefore have been disregarded and treated as irrelevant information to later unification processes; so these words were not strongly attended to. In short, most attention was allocated to the anomalous words with pitch accent, and the inferior parietal cortex was activated most strongly for these words. The anomalies in this design instantiated increased unification load not uncommon in normal language processing when the input becomes less predictable. Overall, the interaction effect reflects a bidirectional information exchange between the processing of linguistic content and the attention network.

It might be argued that the observed interaction in the parietal cortex simply reflects the greater effort or greater success in identifying the anomaly when it carried a pitch accent. However, this interpretation is unlikely given the failure to observe the same interaction in the LIFG. The region-specificity of the interaction argues against such a general explanation.

5.4.3 Unification of semantic/pragmatic incongruent sentences activated the frontal cortex

The incongruent sentences elicited larger activations than the congruent sentences in bilateral inferior and middle frontal gyrus, as well as medial frontal region. In the light of previous work on semantic and pragmatic anomalies, it is not surprising to find LIFG activations in response to anomalies, as it reflects the increased unification load for incongruent sentences (for a review, see Hagoort et al., 2009). The involvement of the right IFG has been related to the construction of a discourse model (Menenti et al., 2009; Tesink et al., 2009), while the medial frontal region might reflect re-evaluation of the plausibility of the sentences (Stowe, Haverkort, & Zwarts, 2005; Zhu et al., 2009).

Considering the sensitivity of LIFG to unification and the IS modulation on the sentence unification, we expected that the pitch accent would modulate the activity in LIFG in response to anomalies. We predicted a greater LIFG activation for anomalies with pitch accent than that with no pitch accent (if the anomalies were undetected). Surprisingly, no interaction between congruence and prosodic pattern was revealed in the LIFG. This may be due the lack of sensitivity for detecting the differences in unification load caused by anomalies. Although the behavioral pre-test showed a higher frequency of semantic illusions when the incongruent CW was realized without pitch accent (42%) than with pitch accent (19%), it is difficult to estimate the frequency of semantic illusions in the fMRI study since the fMRI study did not involve anomaly detection questions (as we tried to avoid drawing subjects' attention to the possibility of sentence anomalies). Therefore, the difference in anomaly detection rate between conditions with anomalous

CWs with and without pitch accent may in fact have been too subtle to result in activation differences in LIFG.

5.4.4 The auditory spatial attention task activated both dorsal and ventral attention networks

During the cue period of the auditory spatial attention task, the dorsal parietal cortex was activated, including right superior and inferior parietal, precuneus, paracentral and postcentral cortex. These regions are associated with top-down attention (Corbetta et al., 2000; Corbetta et al., 2002). During the filler tone period, we found activations in the bilateral superior temporal cortex, the left superior frontal cortex (precentral and postcentral cortex), the bilateral supplementary motor cortex and the bilateral cingulate cortex. The superior frontal cortex constitutes a part of the top-down attention network. The activation of bilateral temporal cortex is likely to relate to the acoustic input from the filler tones, which were used to increase the task difficulty. The activation of the bilateral supplementary motor cortex may relate to response preparation (Corbetta & Shulman, 2002) and the anterior cingulate activation is associated with task-control (Dosenbach et al., 2006). Overall, the activations in the cue and filler tone periods largely activated the dorsal attention network.

The target activated both the dorsal top-down (left precentral, postcentral, IPS, precuneus) and the ventral bottom-up (bilateral TPJ and supramarginal cortex) network, as well as the thalamus. The ventral network activation relates to target detection, while the recruitment of the dorsal network indicates an interplay between the two attention networks (Corbetta et al., 2008; Shulman et al., 2003). Unlike Corbetta et al. (2000), we did not find significant differences between the invalid and valid cue trials.

5.4.5 Conclusions

By comparing the brain activations elicited by prosodic IS marking with the attention networks localized in an auditory spatial attention task, we have demonstrated that information structure, as a linguistic device, recruits a domain-general attention network. This network includes superior/inferior parietal cortex (extending to intraparietal sulcus and postcentral gyrus) and left precentral cortex. The activation of this attention network is sensitive to the congruence of language input, with the strongest activation when the anomalous word is accented. The results suggest that language comprehension recruits a domain general attention network based on linguistic devices, such as pitch accent that marks the focus of an expression. Therefore, attention and language comprehension appear to be highly interactive at a neurobiological level.

Acknowledgement

This study was supported by the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences (KNAW) and the Chinese Academy of Sciences (CAS), as well as the University of Copenhagen.

Chapter 6

Summary and discussion

6.1 Summary

Information structure (IS) can be used to facilitate communication between interlocutors. By means of various linguistic markers, IS marks certain information as focus to distinguish it from the background information. This thesis investigated how IS modulates online language processing, as well as the underlying neural mechanism of this modulation. Chapter 2 and Chapter 3 investigated how IS modulates the depth of semantic processing when IS was marked by question-answer pairs in written language (Chapter 2) or when IS was marked by both question-answer pairs and the position of pitch accent in spoken language (Chapter 3). Then Chapter 4 examined the level of syntactic processing under the influence of IS in written question-answer pairs. Finally, Chapter 5 investigated the neural correlates of IS in modulating semantic processing. I will summarize the results of each chapter below.

Chapter 2 examined the role of IS in modulating the depth of semantic processing. In this chapter, IS was expressed in question-answer pairs. Following different questions requesting specific information, the answer sentences contained a critical word that either fulfilled the question (focus) or served as background (non-focus) with another word answering the question. In addition, the critical word was either semantically congruent or incongruent in relation to the question context. The ERP responses to the semantic congruity were compared between the focus and non-focus conditions. We found a classical N400 effect when the anomalies were in focus position, whereas a strongly reduced N400 effect was observed when the incongruence occurred in non-focus position. The reduced N400 effect was in line with the ERP responses to semantic illusion, which indicates the failure of detecting semantic anomalies under certain situations. The results

support our hypothesis that IS immediately modulates attentional resources during language processing. The privileged focus receives more resources, resulting in more detailed semantic processing; whereas non-focused information obtains fewer resources, leading to a semantic illusion.

In Chapter 3, another IS marker, pitch accent, was manipulated in addition to the question context in question-answer pairs. Consequently, the semantic incongruence in the answer sentence occurred either in focus or in non-focus position as determined by the question context, and the critical word was either accented or unaccented. In this way, the relative influence of context and pitch accent on the depth of semantic processing could be evaluated separately. We found that the semantic incongruence elicited different N400 effects in different conditions. The largest N400 effect was obtained when the critical words were both in focus position and accented, while the other conditions elicited smaller N400 effects. The results suggest that context and accentuation highly interact with each other during language processing. The accented focused words were processed more elaborate compared to conditions where focus and accentuation mismatched, or when the new information had no marking of being salient.

The studies in Chapter 2 and Chapter 3 evidenced that IS modulates the depth of semantic processing. A further question is whether IS also modulates the depth of syntactic processing. This question was addressed in Chapter 4. In this chapter, IS was manipulated in a similar way as in Chapter 2. Under different question contexts in question-answer pairs, the critical word was either in focus or non-focus position. In addition, number agreement violations and phrase structure violations were created in either the focus condition or the non-focus condition. We separately compared the ERP

responses to the two types of violations between the focus and non-focus conditions. The number agreement violations elicited a P600 effect only for words in focus but not for words in non-focus condition. The phrase structure violations, on the other hand, elicited a P600 effect regardless of their focus status. These results indicate that the role of IS in modulating the depth of syntactic processing depends on the salience of the information. In general, IS is sufficiently powerful to modulate the depth of syntactic processing, as indicated by the shallow syntactic processing in the non-focus compared to the focus condition. However, the influence of IS is overridden by very salient syntactic information (such as phrase structure violation), resulting in an equally deep syntactic processing between the focused and non-focused information. Overall, the results suggest that IS plays a subtle role in modulating resource allocation during language comprehension.

Chapter 5 used fMRI to examine the neural correlates of IS. We explicitly tested whether IS as a linguistic marker in a spoken language comprehension task activates the same attention network as auditory spatial cues in an auditory spatial attention task. In the spoken language task, sentence congruence (congruent vs. incongruent) and prosodic pattern (accented vs. unaccented) were independently manipulated to the critical words in spoken sentences. We found that the incongruence affected bilateral inferior and middle frontal gyrus. The contrast between the accented and unaccented conditions revealed that IS marker activates overlapping brain regions with the auditory spatial attention task, involving bilateral superior/inferior parietal cortex (extending to intraparietal sulcus and postcentral cortex) and left precentral cortex. These results suggest a general attention network for linguistic and non-linguistic attention. We also found an interaction between

congruence and prosodic pattern in bilateral inferior parietal regions, which suggests that the recruitment of a general attention network is sensitive to the linguistic content during language comprehension.

Taken together, Chapter 2-5 provide neuroimaging evidences on the IS modulations of both semantic and syntactic processing. This modulation is supported by recruiting more attentional resources to the most relevant information, as indicated by the activation of attention network with the IS marking.

6.2 Discussion

This thesis contributed to show that IS modulates the depth of both semantic and syntactic processing by activating a domain-general attention network. Below I will describe the cognitive function of IS in language comprehension. Then the extent of "good enough" processing will be further discussed. Finally, some methodological concerns will be addressed.

6.2.1 The cognitive function of IS in language comprehension

In Chapter 2, 3 and 4, the depth of semantic and syntactic processing was indexed by the size of N400 and P600 effect in response to semantic and syntactic violations respectively. We found smaller ERP effects when the violations occurred in non-focus position than in focus position. These results are consistent with the assumption that IS influences language processing by allocating more attentional resources to the focused information, as suggested by some behavioral studies (Birch & Rayner, 1997; Cutler & Fodor, 1979; Ward et al., 2007). When processing information that differs in information status, people tend to allocate more attentional resources to the focused (and generally

important) information, which leads to a detailed processing of the focused information. In contrast, people direct fewer resources towards the non-focused information, resulting in less elaborate processing to this information. This statement is further supported by the activation of the attention network under the IS manipulation in Chapter 5. This attention network is also activated in a non-linguistic spatial attention task, which indicates that the attentional resources recruited by IS are domain-general. Moreover, the activation of the attention-related region (i.e. bilateral superior/inferior parietal lobule) depends on the linguistic compatibility between the current information and the previous sentence context. Only when the information is incongruent in relation to the context, does IS marker greatly activate the bilateral superior/inferior parietal region to support the semantic unification of the incongruent information into the message-level representations. In sum, our studies revealed the interplay between IS and language processing by showing the neural sensitivity to IS and its modulations.

Meanwhile, the similar IS modulations of the semantic processing in Chapter 2 and Chapter 3 suggest a general function of IS regardless of its surface markings. IS was realized by question contexts in question-answer pairs in Chapter 2, while IS was expressed by both question contexts and accentuation in Chapter 3. In response to semantic violations, both studies showed smaller N400 effects for the non-focused information than for the focused information. Moreover, the study in Chapter 3 showed equally reduced N400 effects when the context determined focus was unaccented, or when the context determined non-focus was accented, or when no focus marker was available to highlight the anomalous information. Therefore, the two markers of IS seem to modulate the attentional resources in a similar manner. Furthermore, the study in

Chapter 5 revealed an overlapping attention network for linguistic and for non-linguistic attention operations. This enables us to predict the same attention-related brain regions to be activated even when IS is marked by linguistic markers other than the pitch accent used in Chapter 5. This prediction requires further investigations on the utility of other IS markers, such as word order, "it-cleft" syntactic structure and particle words.

6.2.2 "Good enough" processing in language comprehension

The reduced ERP effects for the non-focused information relative to the focused information in Chapter 2, 3 and 4 support the "good-enough" account during language comprehension. This position claims that people sometimes engage in shallow processing and achieve incomplete representations (for reviews see Ferreira et al., 2002; Ferreira & Patson, 2007; Sanford, 2002; Sanford & Sturt, 2002). Our data suggest that this "good-enough" processing strategy applies for both semantic and syntactic aspects of language representations.

Nevertheless, the "good enough" processing only occurs under certain situations. In Chapter 2 and 3, reduced N400 effects were observed for the non-focused information when the semantic congruence was not severely disrupted, indicating the semantic aspect of "good enough" processing. In Chapter 4, the "good enough" syntactic processing only occurred when the syntactic violation was not salient, suggesting that information salience is an important determiner of whether the "good enough" processing occurs. This idea is also consistent with an unexpected finding on the N400 effects in Chapter 4. Here the syntactic violations also produced N400 effects, which have been shown to be caused by the violation of semantic constraints. In contrast to the IS modulated P600 effects, the N400 effects were comparable between the focus and non-focus conditions,

which indicates equally elaborate semantic processing between the focused and non-focused information. The results further confirm that the occurrence of "good enough" processing is constrained by the information salience. In the experimental materials in Chapter 4, the critical word (*subject noun, e.g. guests*) in the answer sentence was always one constituent of a noun phrase comprising three elements *adverb + adjective + subject noun (e.g. rather angry guests)*. In both the focus and non-focus conditions, the unexpected new information *adverb (e.g. rather)* and *adjective (e.g. angry)* enhanced the semantic salience of the following critical word (*subject noun, e.g. guests*). This saliency captured attention to the critical word and led to N400 effects no matter if it was in focus or in non-focus position. Therefore, whether a semantic or syntactic "good enough" processing occurs is a function of the salience of corresponding aspects of current information. This salience can be manipulated by either the IS markings or the characteristics of the language input. Nevertheless, it requires further investigation to determine whether the semantic or syntactic aspect of processing is more sensitive to the "good enough" processing strategy when they are at the same salience level.

6.2.3 Methodological concerns

Finally, I would like to address some methodological concerns regarding the materials used in our studies. First, a violation paradigm was exploited to examine the depth of semantic or syntactic processing. We assume that in comparison to detailed processing, a shallow processing will attenuate the ERP effects in response to semantic or syntactic violations. Although this paradigm is widely used in ERP studies, one needs to bear in mind that such violations are very uncommon in daily language use. Another concern regards to the type of question-answer pairs used for manipulating the information status

of a particular word in the answer sentence. Generally, new information is introduced in focus position while given information is presented in non-focus position. However, we introduced new information in both the focus and non-focus positions to create semantic or syntactic violations. Presenting new information in the non-focus position does not reflect natural language use. It might direct additional attentional resources towards this non-focus position that might not be there in real life. Therefore, the illusion effects observed in our studies are actually underestimated. Other paradigms are needed in order to closely examine the circumstances in which the shallow processing occurs.

6.2.4 Conclusions

This thesis investigates how IS influences language comprehension. I have shown electrophysiological evidence on the IS modulations of the depth of language processing at both semantic and syntactic levels. This modulation is found to be mediated by the recruitment of a domain-general attention network. At the same time, the shallow processing revealed in the thesis is compatible with the "good enough" processing framework.

References

- Baayen, R. H., Piepenbrock, R., & van Rijn, H. (1993). *The CELEX lexical database (CD-ROM)*. Philadelphia: University of Pennsylvania.
- Baker, L., & Wagner, J. (1987). Evaluating information for truthfulness: The effects of logical subordination. *Memory & Cognition*, 15(3), 247-255.
- Barton, S. B., & Sanford, A. J. (1993). A case study of anomaly detection: Shallow semantic processing and cohesion establishment. *Memory & Cognition*, 21(4), 477-487.
- Beckman, M. E. (1996). The Parsing of Prosody. *Language and Cognitive Processes*, 11(1), 17 - 68.
- Birch, S., & Clifton, C. (1995). Focus, accent, and argument structure: Effects on language comprehension. *Language and Speech*, 38(4), 365-391.
- Birch, S., & Rayner, K. (1997). Linguistic focus affects eye movements during reading. *Memory & Cognition*, 25(5), 653-660.
- Bisley, J. W., & Goldberg, M. E. (2010). Attention, intention, and priority in the parietal lobe. *Annual Review of Neuroscience*, 33(1), 1-21.
- Bock, J. K., & Mazzella, J. R. (1983). Intonational marking of given and new information: some consequences for comprehension. *Memory & Cognition*, 11(1), 64-76.
- Boersma, P., & Weenink, D. (2002). *Praat 4.0: a system for doing phonetics with the computer [computer software]*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam.
- Bornkessel-Schlesewsky, I., & Schlewsky, M. (2008). An alternative perspective on "semantic P600" effects in language comprehension. *Brain Research Reviews*, 59(1), 55-73.
- Bornkessel, I., Schlewsky, M., & Friederici, A. D. (2003). Contextual Information Modulates Initial Processes of Syntactic Integration: The Role of Inter- Versus Intrasentential Predictions. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(5), 871-882.
- Bredart, S., & Docquier, M. (1989). The Moses illusion: A follow-up on the focalization effect. *Current Psychology of Cognition*, 9, 357-362.
- Bredart, S., & Modolo, K. (1988). Moses strikes again: Focalization effect on a semantic illusion. *Acta Psychologica*, 67(2), 135-144.
- Brett, M., Anton, J. L., Valabregue, R., & Poline, J.-B. (2002). Region of interest analysis using an SPM toolbox. In: *the 8th International Conference on Functional Mapping of the Human Brain* (Sendai, Japan).
- Büring, D. (2007). Semantics, Intonation and Information Structure. In: R. Gillian, R. Charles (eds.), *The Oxford Handbook of Linguistic Interfaces* (pp. 445-476). Oxford: Oxford University Press.
- Büttner, A. C. (2007). Questions versus statements: Challenging an assumption about semantic illusions. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(6), 779-789.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. *Cambridge, MA : MIT*.

- Christianson, K., Willians, C. C., Zacks, R. T., & Fernanda, F. (2006). Younger and older adults' "good-enough" interpretations of garden-path sentences. *Discourse Processes, 42*(2), 205-238.
- Chwilla, D., Brown, C. M., & Hagoort, P. (1995). The N400 as a function of the level of processing. *Psychophysiology, 32*(3), 274-285.
- Corbetta, M., Kincade, J. M., Ollinger, J. M., McAvoy, M. P., & Shulman, G. L. (2000). Voluntary orienting is dissociated from target detection in human posterior parietal cortex. *Nature Neuroscience, 3*(3), 292-297.
- Corbetta, M., Kincade, J. M., & Shulman, G. L. (2002). Neural Systems for Visual Orienting and Their Relationships to Spatial Working Memory. *Journal of Cognitive Neuroscience, 14*(3), 508-523.
- Corbetta, M., Patel, G., & Shulman, G. L. (2008). The Reorienting System of the Human Brain: From Environment to Theory of Mind. *Neuron, 58*(3), 306-324.
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Review Neuroscience, 3*(3), 201-215.
- Coulson, S., King, J. W., & Kutas, M. (1998). Expect the unexpected: Event-related brain response to morphosyntactic violations. *Language and Cognitive Processes, 13*(1), 21-58.
- Cowles, H. W., Kluender, R., Kutas, M., & Polinsky, M. (2007). Violations of information structure: An electrophysiological study of answers to wh-questions. *Brain and Language, 102*(3), 228-242.
- Craik, F. I. M., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 11*(6), 671-684.
- Cristescu, T. C., Devlin, J. T., & Nobre, A. C. (2006). Orienting attention to semantic categories. *Neuroimage, 33*(4), 1178-1187.
- Cutler, A., & Fodor, J. A. (1979). Semantic focus and sentence comprehension. *Cognition, 7*(1), 49-59.
- Dahan, D., Tanenhaus, M. K., & Chambers, C. G. (2002). Accent and reference resolution in spoken-language comprehension. *Journal of Memory and Language, 47*(2), 292-314.
- Daltrozzo, J., Wioland, N., & Kotchoubey, B. (2007). Sex Differences in Two Event-Related Potentials Components Related to Semantic Priming. *Archives of Sexual Behavior, 36*(4), 555-568.
- Daneman, M., Lennertz, T., & Hannon, B. (2007). Shallow semantic processing of text: Evidence from eye movements. *Language and Cognitive Processes, 22*(1), 83 - 105.
- Dosenbach, N. U. F., Visscher, K. M., Palmer, E. D., Miezin, F. M., Wenger, K. K., Kang, H. C., et al. (2006). A Core System for the Implementation of Task Sets. *Neuron, 50*(5), 799-812.
- Emmorey, K., Allen, J. S., Bruss, J., Schenker, N., & Damasio, H. (2003). A morphometric analysis of auditory brain regions in congenitally deaf adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 100*(17), 10049-10054.
- Erickson, T. D., & Mattson, M. E. (1981). From words to meaning: A semantic illusion. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 20*(5), 540-551.
- Ferreira, F. (2003). The misinterpretation of noncanonical sentences. *Cognitive Psychology, 47*(2), 164-203.

- Ferreira, F., Bailey, K. G. D., & Ferraro, V. (2002). Good-Enough Representations in Language Comprehension. *Current Directions in Psychological Science*, 11(1), 11-15.
- Ferreira, F., & Clifton, C. (1986). The independence of syntactic processing. *Journal of Memory and Language*, 25(3), 348-368.
- Ferreira, F., & Patson, N. D. (2007). The “good enough” approach to language comprehension. *Language and Linguistics Compass*, 1(1-2), 71-83.
- Frisch, S., Schlesewsky, M., Saddy, D., & Alpermann, A. (2002). The P600 as an indicator of syntactic ambiguity. *Cognition*, 85(3), B83-B92.
- Friston, K. (2007). Statistical parametric mapping. In K. Friston, J. Ashburner, S. Kiebel, T. Nichols & W. Penny (Eds.), *Statistical parametric mapping: the analysis of functional brain images* (pp. 10-31). Amsterdam.
- George, M. S., Mannes, S., & Hoffinan, J. E. (1994). Global Semantic Expectancy and Language Comprehension. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 6(1), 70-83.
- Gimenes, M., Rigalleau, F. o., & Gaonac'h, D. (2009a). The effect of noun phrase type on working memory saturation during sentence comprehension. *European Journal of Cognitive Psychology*, 21(7), 980-1000.
- Gimenes, M., Rigalleau, F. o., & Gaonac'h, D. (2009b). When a missing verb makes a French sentence more acceptable. *Language and Cognitive Processes*, 24(3), 440-449.
- Glenberg, A., Wilkinson, A., & Epstein, W. (1982). The illusion of knowing: Failure in the self-assessment of comprehension. *Memory & Cognition*, 10(6), 597-602.
- Guillem, F., & Mograss, M. (2005). Gender differences in memory processing: Evidence from event-related potentials to faces. *Brain and Cognition*, 57(1), 84-92.
- Gunter, T. C., & Friederici, A. D. (1999). Concerning the automaticity of syntactic processing. *Psychophysiology*, 36(1), 126-137.
- Günther, C., Maienborn, C., & Schopp, A. (1999). The processing of information structure. In Bosch, P., & van der Sandt, R.A. (Eds). *Focus: Linguistic, Cognitive, and Computational Perspectives*, Cambridge University press, 18- 43.
- Guo, T., Qi, Z., Peng, D., & Yan, Y. (2008). An ERP study of the neural correlates of processing Chinese content words and function words. *Journal of Neurolinguistics*, 21(3), 267-275.
- Gusenhoven, C. (2008). Notions and subnotions in information structure. *Acta Linguistica Hungarica*, 55(3-4), 381-395.
- Hagiwara, H., Soshi, T., Ishihara, M., & Imanaka, K. (2007). A Topographical Study on the Event-related Potential Correlates of Scrambled Word Order in Japanese Complex Sentences. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(2), 175-193.
- Hagoort, P. (2005). On Broca, brain, and binding: a new framework. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(9), 416-423.
- Hagoort, P., Baggio, G., & Willems, R. M. (2009). Semantic Unification. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The New Cognitive Neurosciences*: MIT Press.
- Hagoort, P., Brown, C., & Groothusen, J. (1993). The syntactic positive shift (SPS) as an ERP measure of syntactic processing. *Language and Cognitive Processes*, 8(4), 439-483.

- Hagoort, P., & Brown, C. M. (2000). ERP effects of listening to speech compared to reading: the P600/SPS to syntactic violations in spoken sentences and rapid serial visual presentation. *Neuropsychologia*, 38(11), 1531-1549.
- Hagoort, P., Hald, L., Bastiaansen, M., & Petersson, K. M. (2004). Integration of word meaning and world knowledge in language comprehension. *Science*, 304(5669), 438-441.
- Halliday, M. A. K. (1967). Notes on transitivity and theme in English: Part 2. *Journal of Linguistics*, 3(02), 199-244.
- Hannon, B., & Daneman, M. (2001). Susceptibility to semantic illusions: An individual-differences perspective. *Memory & Cognition*, 29(3), 449-461.
- Hannon, B., & Daneman, M. (2004). Shallow Semantic Processing of Text: An Individual-Differences Account. *Discourse Processes*, 37(3), 187-204.
- Heim, S., & Alter, K. (2006). Prosodic pitch accents in language comprehension and production: ERP data and acoustic analyses. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 66(1), 55-68.
- Heim, S., & Alter, K. (2007). Focus on focus: the brain's electrophysiological responses to focus particles and accents in German. In A. Späth (Ed.), *Language Context & Cognition: Interfaces and interface conditions*. Berlin: De Gruyter.
- Hill, K. T., & Miller, L. M. (2010). Auditory attentional control and selection during cocktail party listening. *Cerebral Cortex*, 20(3), 583-590.
- Hornby, P. A. (1974). Surface structure and presupposition. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 13(5), 530-538.
- Hruska, C., & Alter, K. (2004). Prosody in dialogues and single sentences: How prosody can influence speech perception. In A. Steube (Ed.), *Information structure: Theoretical and empirical aspects* (pp. 221-226). Berlin: Walter de Gruyter.
- Ito, K., & Garnsey, S. M. (2004). Brain responses to focus-related prosodic mismatch in Japanese. *Proceedings of Speech Prosody*, 609-612.
- Jaarsveld, H. J., Dijkstra, T., & Hermans, D. (1997). The detection of semantic illusions: Task-specific effects for similarity and position of distorted terms. *Psychological Research*, 59(4), 219-230.
- Jackendoff, R. (2002). *Foundations of language: brain, meaning, grammar, evolution*. Oxford University Press, New York.
- Jasinskaja, E., Mayer, J., & Schlangen, D. (2004). Discourse structure and information structure: interfaces and prosodic realization. In S. Ishihara, M. Schmitz & A. Schwarz (Eds.), *Interdisciplinary Studies on Information Structure 1* (pp. 151-206). Universität Potsdam.
- Johnson, S. M., Breen, M., Clifton, C. J. R., & Morris, J. (2003). ERP investigation of prosodic and semantic focus. *Poster presented at Cognitive Neuroscience conference*, New York City.
- Karttunen, L., & Stanley, P. (1979). Conventional implicature. In Oh and Dinnen (Eds), *Presupposition (Syntax and Semantics, vol. 11)* (pp. 1-56). Academic Press, New York.
- Keuleers, E., Brysbaert, M., & New, B. (2010). SUBTLEX-NL: A new measure for Dutch word frequency based on film subtitles. *Behavior Research Methods*, 42(3), 643-650.

- Kotschi T. 2006. Information structure in spoken discourse. In: K. Brown (Ed.) *The Encyclopedia of Language and Linguistics, 2nd edition* (pp. 677-682). Oxford: Elsevier.
- Kruijff-Korbayová, I., & Steedman, M. (2003). Discourse and Information Structure. *Journal of Logic, Language and Information, 12*(3), 249 - 259.
- Kuperberg, G. R. (2007). Neural mechanisms of language comprehension: Challenges to syntax. *Brain Research, 1146*, 23-49.
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2000). Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in Cognitive Sciences, 4*(12), 463-470.
- Kutas, M., & Hillyard, S. (1980). Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity. *Science, 207*(4427), 203-205.
- Kutas, M., Van Petten, C. K., & Kluender, R. (2006). *Psycholinguistics electrified II: 1994-2005*. In M. A. Gernsbacher & M. Traxler (Eds.), *Handbook of Psycholinguistics, 2nd edition* (pp. 659-724). New York: Elsevier.
- Language, B. I. o. (1986). *Modern Chinese frequency dictionary (in Chinese)*. Beijing Institute of Language.
- Li, X., Hagoort, P., & Yang, Y. (2008). Event-related Potential Evidence on the Influence of Accentuation in Spoken Discourse Comprehension in Chinese. *Journal of Cognitive Neuroscience, 20*(5), 906-915.
- Li, X., Yang, Y., & Hagoort, P. (2008). Pitch accent and lexical tone processing in Chinese discourse comprehension: An ERP study. *Brain Research, 1222*, 192-200.
- MacDonald, M. C., Pearlmutter, N. J., & Seidenberg, M. S. (1994). Lexical nature of syntactic ambiguity resolution. *Psychological Review, 101*(4), 676-703.
- Magne, C., Astesano, C., Lacheret-Dujour, A., Morel, M., Alter, K., & Besson, M. (2005). On-line processing of "pop-out" words in spoken French dialogues. *Journal of Cognitive Neuroscience, 17*(5), 740-756.
- Maris, E., & Oostenveld, R. (2007). Nonparametric statistical testing of EEG- and MEG-data. *Journal of Neuroscience Methods, 164*(1), 177-190.
- Mayer, A. R., Harrington, D., Adair, J. C., & Lee, R. (2006). The neural networks underlying endogenous auditory covert orienting and reorienting. *Neuroimage, 30*(3), 938-949.
- Menenti, L., Petersson, K. M., Scheeringa, R., & Hagoort, P. (2009). When elephants fly: Differential sensitivity of right and left Inferior frontal gyri to discourse and world Knowledge. *Journal of Cognitive Neuroscience, 21*(12), 2358-2368.
- Meyer, M., Alter, K., & Friederici, A. (2003). Functional MR imaging exposes differential brain responses to syntax and prosody during auditory sentence comprehension. *Journal of Neurolinguistics, 16*(4-5), 277-300.
- Meyers-Levy, J., & Sternthal, B. (1991). Gender differences in the use of message cues and judgments. *Journal of Marketing Research, 28*(1), 84-96.
- Most, S. B., Scholl, B. J., Clifford, E. R., & Simons, D. J. (2005). What You See Is What You Set: Sustained Inattentive Blindness and the Capture of Awareness. *Psychological Review, 112*(1), 217-242.
- Münté, T. F., Wieringa, B. M., Weyerts, H., Szentkuti, A., Matzke, M., & Johannes, S. (2001). Differences in brain potentials to open and closed class words: class and frequency effects. *Neuropsychologia, 39*(1), 91-102.

- Neville, H., Nicol, J. L., Barss, A., Forster, K. I., & Garrett, M. F. (1991). Syntactically Based Sentence Processing Classes: Evidence from Event-Related Brain Potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3(2), 151-165.
- Nieuwland, M. S., & Van Berkum, J. J. A. (2005). Testing the limits of the semantic illusion phenomenon: ERPs reveal temporary semantic change deafness in discourse comprehension. *Cognitive Brain Research*, 24(3), 691-701.
- Nieuwland, M. S., & Van Berkum, J. J. A. (2006). When Peanuts Fall in Love: N400 Evidence for the Power of Discourse. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(7), 1098-1111.
- Oostenveld, R., Fries, P., Maris, E., & Schoffelen, J. M. (2011). FieldTrip: Open source software for advanced analysis of MEG, EEG, and invasive electrophysiological data. *Computational intelligence and neuroscience*, 2011, 156869.
- Osaka, M., Komori, M., Morishita, M., & Osaka, N. (2007). Neural bases of focusing attention in working memory: An fMRI study based on group difference. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 7, 130-139.
- Osterhout, L., & Holcomb, P. J. (1992). Event-related brain potentials elicited by syntactic anomaly. *Journal of Memory and Language*, 31(6), 785-806.
- Osterhout, L., & Mobley, L. A. (1995). Event-Related Brain Potentials Elicited by Failure to Agree. *Journal of Memory and Language*, 34(6), 739-773.
- Otten, M., & Van Berkum, J. J. A. (2007). What makes a discourse constraining? Comparing the effects of discourse message and scenario fit on the discourse-dependent N400 effect. *Brain Research*, 1153, 166-177.
- Paterson, K. B., Liversedge, S. P., Filik, R., Juhasz, B. J., White, S. J., & Rayner, K. (2007). Focus identification during sentence comprehension: Evidence from eye movements. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(10), 1423 - 1445.
- Perrone, M., Dohen, M., Loevenbruck, H., Sato, M., Pichat, C., Yvert, G., et al. (2010). An fMRI study of the perception of contrastive prosodic focus in French. *Speech Prosody*, 1-4.
- Salmi, J., Rinne, T., Degerman, A., Salonen, O., & Alho, K. (2007). Orienting and maintenance of spatial attention in audition and vision: multimodal and modality-specific brain activations. *Brain Structure and Function*, 212(2), 181-194.
- Sanford, A. J. (2002). Context, Attention and Depth of Processing During Interpretation. *Mind & Language*, 17(1&2), 188-206.
- Sanford, A. J., & Graesser, A. C. (2006). Shallow Processing and Underspecification. *Discourse Processes*, 42(2), 99 - 108.
- Sanford, A. J., & Sturt, P. (2002). Depth of processing in language comprehension: not noticing the evidence. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(9), 382-386.
- Sanford, A. J. S., Sanford, A. J., Filik, R., & Molle, J. (2005). Depth of lexical-semantic processing and sentential load. *Journal of Memory and Language*, 53(3), 378-396.
- Sanford, A. J. S., Sanford, A. J., Molle, J., & Emmott, C. (2006). Shallow Processing and Attention Capture in Written and Spoken Discourse. *Discourse Processes*, 42(2), 109 - 130.

- Semlitsch, H. V., Anderer, P., Schuster, P., & Presslich, O. (1986). A solution for reliable and valid reduction of ocular artifacts, applied to the P300 ERP. *Psychophysiology*, *23*(6), 695-703.
- Shafiq, M., & MacKay, D. G. (2000). The Moses, Mega-Moses, and Armstrong Illusions: Integrating Language Comprehension and Semantic Memory. *Psychological Science*, *11*(5), 372-378.
- Shipp, S. (2004). The brain circuitry of attention. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*(5), 223-230.
- Shomstein, S., & Yantis, S. (2006). Parietal cortex mediates voluntary control of spatial and nonspatial auditory attention. *The Journal of Neuroscience*, *26*(2), 435-439.
- Shulman, G. L., McAvoy, M. P., Cowan, M. C., Astafiev, S. V., Tansy, A. P., d'Avossa, G., et al. (2003). Quantitative analysis of attention and detection signals during visual search. *Journal of Neurophysiology*, *90*(5), 3384-3397.
- Simons, D. J. (2000). Attentional capture and inattention blindness. *Trends in Cognitive Sciences*, *4*(4), 147-155.
- Skrandies, W., Reik, P., & Kunze, C. (1999). Topography of evoked brain activity during mental arithmetic and language tasks: sex differences. *Neuropsychologia*, *37*(4), 421-430.
- Steedman, M. (1991). Structure and Intonation. *Language*, *67*(2), 260-296.
- Stolterfoht, B., Friederici, A. D., Alter, K., & Steube, A. (2007). Processing focus structure and implicit prosody during reading: Differential ERP effects. *Cognition*, *104*(3), 565-590.
- Stowe, L. A., Haverkort, M., & Zwarts, F. (2005). Rethinking the neurological basis of language. *Lingua*, *115*(7), 997-1042.
- Streefkerk, B. M., Pols, L. C. W., & Bosch, t. L. F. M. (1999). Acoustical features as predictors for prominence in read aloud Dutch sentences used in ANN's. In *Proceedings Eurospeech'99. Vol. 1* (pp. 551 - 554).
- Sturt, P., Sanford, A., Stewart, A., & Dawydiak, E. (2004). Linguistic focus and good-enough representations: An application of the change-detection paradigm. *Psychonomic Bulletin & Review*, *11*(5), 882-888.
- Swerts, M., Krahmer, E., & Avesani, C. (2002). Prosodic marking of information status in Dutch and Italian: a comparative analysis. *Journal of Phenetics*, *30*(4), 629-654.
- Terken, J., & Nöteboom, S. G. (1987). Opposite effects of accentuation and deaccentuation on verification latencies for given and new information. *Language and Cognitive Processes*, *2*(3), 145 - 163.
- Tesink, C. M. J. Y., Petersson, K. M., van Berkum, J. J. A., van den Brink, D. I., Buitelaar, J. K., & Hagoort, P. (2009). Unification of speaker and meaning in language comprehension: An fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *21*(11), 2085-2099.
- Toepel, U., Pannekamp, A., & Alter, K. (2007). Catching the news: Processing strategies in listening to dialogs as measured by ERPs. *Behavioral and Brain Functions*, *3*(1), 53.
- Tong, Y., Gandour, J., Talavage, T., Wong, D., Dziedzic, M., Xu, Y., et al. (2005). Neural circuitry underlying sentence-level linguistic prosody. *NeuroImage*, *28*(2), 417-428.

- Trueswell, J. C., Tanenhaus, M. K., & Garnsey, S. M. (1994). Semantic Influences On Parsing: Use of Thematic Role Information in Syntactic Ambiguity Resolution. *Journal of Memory and Language*, 33(3), 285-318.
- Tzourio-Mazoyer, N., Landeau, B., Papathanassiou, D., Crivello, F., Etard, O., Delcroix, N., et al. (2002). Automated Anatomical Labeling of Activations in SPM Using a Macroscopic Anatomical Parcellation of the MNI MRI Single-Subject Brain. *NeuroImage*, 15(1), 273-289.
- Vallduví, E. (1992). *The informational component*. New York London: Garland Publishing, inc.
- van Berkum, J. J. A., Brown, C. M., & Hagoort, P. (1999). Early Referential Context Effects in Sentence Processing: Evidence from Event-Related Brain Potentials. *Journal of Memory and Language*, 41(2), 147-182.
- van Berkum, J. J. A., Zwitserlood, P., Hagoort, P., & Brown, C. M. (2003). When and how do listeners relate a sentence to the wider discourse? Evidence from the N400 effect. *Cognitive Brain Research*, 17(3), 701-718.
- van den Brink, D. I., Van Berkum, J. J. A., Bastiaansen, M. C. M., Tesink, C. M. J. Y., Kos, M., Buitelaar, J. K., et al. (2011). Empathy matters: ERP evidence for inter-individual differences in social language processing. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*.
- van Leeuwen, T., Lamers, M., Petersson, K. M., Gussenhoven, C., Rietveld, T., Poser, B., et al. (submitted). Prosody and Information Structure: An fMRI study.
- Van Oostendorp, H., & De Mul, S. (1990). Moses beats Adam: A semantic relatedness effect on a semantic illusion. *Acta Psychologica*, 74(1), 35-46.
- Van Petten, C., & Kutas, M. (1991). Influences of semantic and syntactic context on open- and closed-class words. *Memory & Cognition*, 19(1), 95-112.
- Vigneau, M., Beaucousin, V., Hervé, P. Y., Duffau, H., Crivello, F., Houdé, O., et al. (2006). Meta-analyzing left hemisphere language areas: Phonology, semantics, and sentence processing. *NeuroImage*, 30(4), 1414-1432.
- Vossel, S., Thiel, C. M., & Fink, G. R. (2006). Cue validity modulates the neural correlates of covert endogenous orienting of attention in parietal and frontal cortex. *NeuroImage*, 32(3), 1257-1264.
- Wang, L., Bastiaansen, M., Yang, Y., & Hagoort, P. (2011). The influence of information structure on the depth of semantic processing: How focus and pitch accent determine the size of the N400 effect. *Neuropsychologia*, 49(5), 813-820.
- Wang, L., Hagoort, P., & Yang, Y. (2009). Semantic illusion depends on information structure: ERP evidence. *Brain Research*, 1282, 50-56.
- Ward, Peter, Sturt, & Patrick. (2007). Linguistic focus and memory: An eye movement study. *Memory & Cognition*, 35(1), 73-86.
- Weiss, S., Mueller, H. M., Schack, B., King, J. W., Kutas, M., & Rappelsberger, P. (2005). Increased neuronal communication accompanying sentence comprehension. *International Journal of Psychophysiology*, 57(2), 129-141.
- Wildgruber, D., Hertrich, I., Riecker, A., Erb, M., Anders, S., Grodd, W., et al. (2004). Distinct frontal regions subserve evaluation of linguistic and emotional aspects of speech intonation. *Cerebral Cortex*, 14(12), 1384-1389.
- Wirth, M., Horn, H., Koenig, T., Stein, M., Federspiel, A., Meier, B., et al. (2007). Sex Differences in Semantic Processing: Event-Related Brain Potentials Distinguish

- between Lower and Higher Order Semantic Analysis during Word Reading. *Cerebral Cortex*, 17(9), 1987-1997.
- Zhu, Z., Zhang, J. X., Wang, S., Xiao, Z., Huang, J., & Chen, H.-C. (2009). Involvement of left inferior frontal gyrus in sentence-level semantic integration. *NeuroImage*, 47(2), 756-763.

Appendices

Appendix 1: Experimental materials for Chapter 2

Question	Answer	Statement
昨天小秦出门买了什么鲜花来装饰房间?	昨天小秦买了月季/字画装饰房间。	今天小秦买了鲜花。
昨天谁出门买了鲜花来装饰房间?	昨天小秦买了月季/字画装饰房间。	今天小秦买了鲜花。
这次小宋打算把什么钱币送给妹妹?	这次小宋要送一些日元/卡片给她。	妹妹收到了钱币。
这次谁打算把一些钱币送给妹妹?	这次小宋要送一些日元/卡片给她。	妹妹收到了钱币。
最近小王面部哪里出现了问题?	这几天小王的眼睛/手腕不舒服。	最近小王身体很健康。
最近谁的面部出现了问题?	这几天小王的眼睛/手腕不舒服。	最近小王身体很健康。
这学期小陈打算在学校卖什么书刊赚钱?	本学期小陈计划卖杂志/牛奶赚钱。	本学期小陈要工作赚钱。
这学期谁打算在学校卖书刊赚钱?	本学期小陈计划卖杂志/牛奶赚钱。	本学期小陈要工作赚钱。
今天老马用什么茶款待远方的客人?	今天老马拿出龙井/雪碧招待客人。	今天老马没有招待客人。
今天谁用茶款待远方的客人?	今天老马拿出龙井/雪碧招待客人。	今天老马没有招待客人。
刚才小刘夸赞妻子的什么面食做得好?	刚才小刘称赞她的烧饼/年糕做得好。	小刘对妻子的厨艺很称赞。
这次小强把什么玩具带到夏令营来玩?	这次小强将飞镖/画笔带到了夏令营。	小强参加了夏令营。
今天老李给客人准备了什么昆虫吃?	今天老李准备了蚂蚱/野鸭给客人。	老李没有给客人吃的。
今天老钱去商场买了什么家电?	今天老钱买了冰箱/窗帘回来。	今天老李什么都没买。
现在老王对厨师小刘的哪种烹饪很满意?	现在老王对小刘的料理/刺绣很满意。	小刘是厨师。
今天老王为战马准备了什么饲料?	今天老王准备了青草/缰绳给战马。	老王照顾战马。
下午小王买什么家具的时候不小心迷路了?	下午小王在买沙发/日历时迷路了。	小王从来没有迷路过。
最近小芳喜欢用什么饰品装饰头发?	听说小芳爱用发卡/耳环打扮自己。	小芳很会打扮。
今天老王在家中把什么古诗词研究了一上午?	今天老王对绝句/小说研究了很久。	老王在家里睡了一上午。
饭前小王为欧洲客人把什么餐具准备好了?	饭前小王把刀叉/筷子准备好了。	饭前小王做好了准备。
刚才老马提了一箱什么易碎物品上了五楼?	刚才老马提着花瓶/雨伞上了楼。	老马提着东西下楼了。
今天老赵去商店买了什么工具回来修剪草坪?	今天老赵买了剪刀/喷壶回来。	空格
今天小刘已经把什么果树种在了果园?	今天小刘把海棠/刺槐种好了。	空格
现在老张家保留着古代哪种称重器具的图纸?	现在老张家有杆秤/天平的图纸。	空格
学校老李研究了多年什么长度单位?	学校老李研究了尺寸/斤两多年。	空格
昨天放学后小刚买了什么水果去看望老师?	昨天小刚买了苹果/百合送给老师。	空格
上午小冯提前把什么照明工具拿到了书房?	上午小冯把蜡烛/书本拿过去了。	空格
最近小松送给田老师什么自然景观的模型?	最近小松送了一个岛屿/别墅的模型。	空格
现在小胡认为什么容器太小了?	现在小胡感觉水桶/勺子不大。	空格
今天小孙给父母买了什么豆制品?	今天小孙买了黑豆/红枣送给父母。	空格
古代华佗用哪种动物内脏做药材来治病?	古代华佗拿蛇胆/蝉壳来治病。	空格
今天老王把家中的什么清代钱币捐给了政府?	今天老王把银元/美元捐了。	空格
今天小周送出的字画是以哪个季节为题材的?	今天小周送了幅以春天/桃花为题材的字画。	空格
最近老张研究了古人对城市的什么称呼?	最近老张研究了城池/驿站这个称呼。	空格
昨天情人节小涛把什么首饰送给了女友?	昨天小涛把手镯/围巾送给了她。	空格
一年级学生小亮不了解哪个重量单位?	同学小亮不清楚公斤/公分这个单位。	空格
现在小郭发现什么钓鱼工具忘在家里了?	现在小郭发现自己把鱼钩/帽子忘了。	空格
现在住农家的小张难以忍受什么家禽的叫声?	现在小张不能忍受受公鸡/乌鸦的叫声。	空格
每个周末小月都会为大家煮什么海鲜吃?	周末小月会做螃蟹/排骨给大家吃。	空格
最近老赵去宠物市场买了什么鸟来解闷?	最近老赵拿鹦鹉/金鱼来解闷。	空格

Appendix

最近老李深入研究了古代什么兵器的特性?	最近老李研究了长矛/地雷的特性。	空格
最近小军发现什么害虫经常在家中出没?	最近小军发现蟑螂/壁虎总出现。	空格
今天老李精心挑选了船的什么部件准备出航?	今天老李选好了船帆/午餐以备出航。	空格
今天老刘独自去户外哪里放松心情?	今天老刘到海边/酒吧放松心情。	空格
今天小李为大家讲解了什么易燃品的存放?	今天小李提出了存放汽油/玻璃的注意事项。	空格
现在小冯家中保存着哪位长辈的照片?	现在小冯留着祖父/表弟的照片。	空格
今天老段在家里举办了什么收藏品的展览?	今天老段举行了邮票/氢弹的展览。	空格
上周小王请人把什么家具搬进了新家?	上周小王把书架/电视搬进去了。	空格
刚才老刘打听了什么作画工具的价格?	刚才老刘询问了颜料/饮料的价格。	空格
最近小李对哪种古代建筑产生了浓厚的兴趣?	最近小李对牌坊/机场很感兴趣。	空格
最近老李把富含蛋白质的什么食品作为早餐?	最近老李以鸡蛋/油条作为早餐。	空格
今天小丽告诉大家吃什么素食有利于减肥?	最近小丽认为吃青菜/鱼肉能减肥。	空格
今天小宇主动把什么玩具送给了弟弟?	今天小宇把积木/漫画送给了他。	空格
刚才老赵向大家讲述了什么小动物的来历?	刚才老赵讲述了兔子/大象的来历。	空格
今天小宋把什么乐器带到了剧场?	今天小宋把他的长号/乐谱带来了。	空格
夏天小刘最喜欢吃什么瓜果?	夏天小刘吃甜瓜/青菜吃得最多。	夏天小刘喜欢吃瓜果。
昨天小明在哪位家长的陪同下去看电影了?	昨天小明和妈妈/老师去看电影了。	昨天小明去看电影了。
今天放学后小刚拿什么导电物质进行实验?	今天小刘用铜丝/蚕丝来做实验。	小刚的实验失败了。
据说搬家后小青对家里的哪件家具很满意?	据说小青对书桌/阳台非常满意。	老马对家具不满意。
今天小梅把什么文具借给了同学?	今天小梅将橡皮/手帕借了出去。	小梅对同学很友好。
今晚老刘做的什么海鲜非常好吃?	今晚老刘做的龙虾/泡菜很美味。	老刘不会做菜。
最近小李参加了保护什么野生动物的活动?	近来小李参加了保护狐狸/猎狗的活动。	小李是野生动物保护者。
今天老刘在会议上提出了治理哪种污染的方案?	今天老刘提出了尾气/沙漠治理的方案。	小徐提出了治理污染的方案。
昨天老黄给儿子买了什么健身器材?	昨天老黄买了哑铃/电脑送给儿子。	老黄很疼爱儿子。
明天老师将围绕什么学习问题展开讨论?	明天老师会就数学/薪水问题进行讨论。	明天学校放假。
平时老张在家中使用什么现代能源做饭?	平时老张用电力/木炭做饭。	老张在家中做饭。
今天部长下令要把什么假冒伪劣商品没收?	今天部长要对假酒/假发进行没收。	部长没有没收假冒伪劣商品。
今天小刘预报了西北地区的什么天气?	今天小刘预报了干旱/台风天气。	小刘进行了天气预报。
刚才小青在焦急地找什么晾衣工具?	刚才小青找衣架/钳子找得很着急。	小青很着急。
前年小李在国外和什么亲戚联系比较紧密?	前年小李和姑妈/女友经常联系。	前年小李在国外。
农民老刘家的什么庄稼获得了大丰收?	农民老刘种的水稻/番茄收成很好。	今年老刘家的收成不好。
一直以来小许从事哪种医务工作?	一直以来小许都做护士/保姆的工作。	小许经常换工作。
今年国庆小罗去国外哪里旅游了?	今年小罗去东京/云南旅游了。	空格
今天老李对哪位中国古代美女介绍得很详细?	今天老李对西施/东施做了详细介绍。	空格
今天老杨在河里捕获的什么鱼最多?	今天老杨抓住的草鱼/野鸡最多。	空格
昨天小刘批发了什么民族工艺品来卖?	昨天小刘批发了藏饰/风铃来销售。	空格
今天小张把什么保健饮料送到了老板的家里?	今天小张把果汁/白酒送给了老板。	空格
现在姥姥把什么花当作自己的宝贝?	现在姥姥把牡丹/葡萄视为宝贝。	空格
今年老赵给大家讲解哪种蔬菜的种植技术?	今年老赵讲解豆角/玉米的种植方法。	空格
现在老刘以什么领导的身份来主持会议?	现在老刘以局长/父亲的身份进行主持。	空格
今天小刘穿了什么保暖衣服出门?	今天小刘穿着大衣/裙子出了门。	空格
昨天小马送给我什么热带水果?	昨天小马送了香蕉/山楂给我。	空格
上周小明的牙齿被什么坚果伤得不轻?	上周小明的牙被板栗伤/糖果到了。	空格

最近老王在国图把哪本古籍翻阅了两遍?	最近老王把史记/词典翻了两遍。	空格
平时小红总把什么甜食带在身上?	平时小红总把糖果/话梅带在身边。	空格
最近老马对古代哪种计时工具很感兴趣?	近来老马对沙漏/秒表感兴趣。	空格
平时小田做什么手工很擅长?	平时小田做剪纸/生意很在行。	空格
去年老李带领大家把什么防洪设施修建好了?	去年老李带头把河堤/房屋建好了。	空格
昨天老李家的什么电器出问题了?	昨天老李家的空调/电源坏了。	空格
昨天小黄参加了什么机动车辆的展览?	昨天小黄去看了轿车/童车的展览。	空格
今天小佳查阅了有关什么自然现象的资料?	今天小佳查找了闪电/车祸的相关资料。	空格
最近老田与购买哪种建材的客户取得了联系?	最近老田联系了购买钢铁/翡翠的客户。	空格
今天老刘买来什么工具准备上山割草?	今天老刘买来镰刀/菜刀备用。	空格
现在小红仍然不懂哪个长度单位的意义?	现在小红仍然对毫米/公顷的意义很模糊。	空格
最近老曹把什么武器作为自己研究的重点?	最近老曹对导弹/卫星进行了重点研究。	空格
明天小刘打算买什么防雨工具去野营?	明天小刘要买雨衣/铁锹去野营。	空格
每天早晨小明都会给什么树浇水?	早晨小明都给梧桐/吊兰浇一些水。	空格
今天小张给妈妈买了什么润肺水果?	今天小张给妈妈买了梨子/香蕉来吃。	空格
去年小李购买了什么通讯工具以方便工作?	去年小李买了手机/汽车来用。	空格
昨天妈妈把什么婴儿用品送给了邻居?	昨天妈妈把摇篮/花篮拿给了邻居。	空格
暑假期间小赵想去欧洲哪国旅游?	暑假小赵要去法国/韩国游玩。	空格
上个月弟弟迷上了哪种数码产品的设计?	上个月弟弟喜欢上了相机/服装设计。	空格
现在老吴认为应该对什么自然植被进行保护?	现在老吴提倡对草原/农田的保护。	空格
昨天小舟把什么衣物整理出来捐给了灾区?	昨天小舟把毛衣/图书捐了出去。	空格
今年中国哪种蔬菜产量有了很大提高?	今年中国的黄瓜/小麦产量增加很多。	空格
今天老王对哪种豆类食品的食用进行了介绍?	今天老王介绍了黄豆/高粱的食用。	豆类可以食用。
今年小米公司的什么体育用品受到好评?	今年小米公司的网球/轮胎获得名优产品称号。	小米的公司生意不好。
近来小杜把成为什么艺人当作自己的目标?	近来小杜为成为歌手/教授而努力。	小杜为了实现目标而努力。
最近小陈经常把什么主食作为晚餐?	最近小陈吃水饺/樱桃当晚餐。	小陈晚上不吃饭。
每次去公园小红都远离哪种食肉动物?	每次小红都离老虎/麋鹿远远的。	小红很怕食肉动物。
今天老张说哪个面部器官对表情识别很重要?	今天老张强调了嘴巴/手势的重要性。	人们的表情很难看出来。
刚刚小赵把什么保健品的销售权拿到手了?	刚刚小赵拿到了人参/蛋糕的销售权。	小赵很能干。
昨天小王把什么洗漱用品落在旅馆里了?	昨天小王把牙刷/袜子落下了。	小李的洗漱用品弄丢了。
最近老刘研究了原始社会什么工具的使用?	最近老刘研究了石器/玉器的用法。	原始社会也有工具。
上周小马报考了哪门工科专业?	上周小马选择了电子/金融专业。	小马还没有报考专业。
今天老王买了什么植物块茎回家做菜?	今天老王买了莲藕/茄子带回家。	老王今天晚上不回家。
每天小民都把什么音乐下载下来欣赏?	每天小民都下载民歌/电影来欣赏。	小民每天都下载音乐。
昨天一大早小马特意把什么正装穿在了身上?	昨天小马特意把西服/拖鞋穿上了。	昨天晚上小马穿了正装。
今天爸爸把一本什么少儿读物送给了小明?	今天爸爸把一本童话/武侠送给了他。	今天爸爸送了小明礼物。
一般小云都用什么文章表达自己的感情?	一般小云用散文/歌声来抒发感情。	小云不会抒发感情。
最近小王表演的什么戏剧得到了大家的赞赏?	最近小王表演的话剧/相声得到了赞赏。	小王的表演很受欢迎。
最近小马对什么职业人才的选拔很关注?	最近小马很关注教师/班长的选拔。	空格
平时表妹对哪种两栖动物很害怕?	平时表妹见到蜥蜴/蟒蛇会害怕。	空格
最近老李对哪类体育特长生比较关注?	最近老李很关注长跑/书法特长生。	空格
最近中国加大了对什么公共设施的建设投入?	最近中国增加了公厕/公寓的建设。	空格
平时小李把哪项球类运动作为拿手项目?	平时小李的篮球/游泳很拿手。	空格
昨天出差归来的小刘给大家带了什么海产品?	昨天小刘带了海苔/锅巴送给大家。	空格

Appendix

最后小刘把什么电脑病毒查了出来?	最后小刘将木马/感冒病毒查出来了。	空格
昨天小琪把什么化妆品买回了家?	昨天小琪买了唇彩/彩笔回家。	空格
今天小段在学校学习了吃什么西餐的礼仪?	今天小段学了吃牛排/寿司的礼仪。	空格
今天聚会时小马只喝了一些什么酒表示祝贺?	今天小马喝了一点白干/可乐来祝贺。	空格
暑假小华选择哪个南方城市去旅游?	暑假小华打算去昆明/青岛游玩。	空格
最近小孟发现喝什么果汁有利于健康?	最近小孟发现喝橙汁/姜汁不错。	空格
最近老赵对哪种古代肥料进行了研究?	最近老赵对蚕粪/钾肥研究了一番。	空格
今天小刘打算用什么传统方式迎娶新娘?	今天小刘要用花轿/轿车接新娘。	空格
去年老李家受到了什么自然灾害的侵袭?	去年老李家遭受了地震/火灾的侵袭。	空格
今天放学后小刚把什么学习用品拿到了奶奶家?	今天小刚把课本/校服拿过去了。	空格
今天小月把什么消暑水果带回了家?	今天小月带了西瓜/苦瓜回家。	空格
最近老马致力于研究中国与哪个亚洲国家的外交?	最近老马在研究与日本/英国的外交。	空格
昨天出门小李不小心把什么衣服弄脏了一块?	昨天小李把长裙/围裙弄脏了。	空格
刚才小舟不小心把什么餐具打破了?	刚才小舟把盘子/奖杯打破了。	空格
今天小刘详细介绍了什么刑罚的构成条件?	今天小刘介绍了构成拘役/防卫的条件。	空格
最近老刘的什么投资很赚钱?	最近老刘的股票/兼职赚了钱。	空格
今天讲座时小梅把什么减肥食物介绍给大家?	今天小梅把酸奶/奶酪介绍了一下。	空格
昨天老李逮捕了一个贩卖什么毒品的罪犯?	昨天老李逮捕了大麻/假烟贩卖者。	空格
平时妹妹对哪种膨化食品最喜欢?	平时妹妹把薯片/果冻作为最爱。	空格
一直以来小马都对哪个文明古国十分向往?	一直以来小马对埃及/美国充满向往。	空格
最近小王参加了哪种中国传统武术的学习课程?	最近小王上了太极/拳击的学习班。	空格
最近老王刚把一本什么工具书编写完?	最近老王完成了字典/教材的编写。	空格
近来中国大力治理了什么污染?	近来中国治理废水/贪污的力度很大。	空格
今天小徐发现什么庆典用品必不可少?	今天小徐发现鞭炮/手套很重要。	空格
今天老马接待了一位患有何种恐惧症的病人?	今天老马接待了一名恐高症/强迫症的患者。	空格
今年小马建议村民养什么家畜来增加收入?	今年小马建议养绵羊/蜜蜂来赚钱。	空格
今年春节小刘送给家里哪位长辈一个按摩器?	今年春节小刘送了奶奶/领导一个按摩器。	空格
今年爷爷家种的什么果树获得了大丰收?	今年爷爷家的桃子/草莓收成很好。	空格
刚才小王说电脑什么硬件出了问题?	刚才小王说光驱/系统有问题。	电脑出了问题。
会议上老刘指出要高度重视什么城市问题?	会议上老刘指出住房/耕地问题很重要。	老刘在会议上没有发言。
今天小冯在家里的哪个房间招待客人?	今天小冯在客厅/歌厅招待客人。	小冯今天招待客人。
最近小倩因为什么心理疾病而暂时休学?	最近小倩由于抑郁/乙肝休学了。	小倩在学校过得很好。
刚才小刘把什么游戏规则介绍给大家?	刚才小刘向大家介绍了扑克/交通规则。	小刘与大家进行了交流。
昨天上班时小刘把什么餐具带到了公司?	昨天小刘带饭盒/水壶到了公司。	小刘昨天没有去上班。
最近小霞身体哪儿感到不舒服?	最近小霞的肠胃/心里不舒服。	小霞需要去看医生。
昨天小铭开始学习哪种外语?	昨天小铭开始了韩语/舞蹈学习。	今天小铭才开始学习外语。
刚才老黄指出什么昆虫能够传播疾病?	刚才老黄说苍蝇/老鼠传播疾病。	有些昆虫能传播疾病。
科学家老姚致力于研究什么行星的起源?	科学家老姚研究了金星/太阳的起源。	老姚是名艺术家。
今天小李下班后把什么装订工具弄丢了?	今天小李把图钉/胶水弄丢了。	今天小李丢了东西。
昨天小王批发了什么笔送给大家用?	昨天小王买了钢笔/墨水发给大家。	昨天老段批发了笔。
公司老李支持政府对什么生活资源进行管理?	公司老李支持对水电/税收的管理。	老李支持政府管理生活资源。
昨天奶奶把什么祭祀用品提前摆好了?	昨天奶奶提前把香烛/台历摆好了。	昨天姥姥举行了祭祀仪式。
刚才小许把什么泳具带走了?	刚才小许带着泳帽/冰鞋离开了。	泳具仍然在这里。
今年老刘决定扩大什么印刷品的生产?	今年老刘决定增加日历/桌布的产量。	老马做出了决定。

去年小美开了一家卖什么衣服的品牌店?	去年小美卖裤子/被单的品牌店开张了。	小美开了一家店。
经理小满认为什么户外用品的销售很有潜力?	经理小满认为帐篷/藤椅的销售很有潜力。	空格
大学小马主修哪种西洋乐器?	大学小马主要学习小号/古筝的演奏。	空格
今天老马将哪种中国传统乐器介绍给老外?	今天老马将唢呐/吉他介绍给老外。	空格
今天老赵把哪种可回收物运到了回收站?	今天老赵运了废纸/烟头到回收站。	空格
现在老李对什么垃圾食品敬而远之?	现在老李对汉堡/馒头非常抵制。	空格
今天老张把什么野菜带回家吃?	今天老张带了荠菜/萝卜回家。	空格
刚才小北说有些什么调料在厨房?	刚才小北说有些花椒/土豆在那儿。	空格
今年老王批准了什么民用建筑的兴建?	今年老王同意了楼房/碉堡的建设。	空格
今天老秦说哪种水生动物的数量在逐年减少?	今天老秦指出鲸鱼/狗熊数量在减少。	空格
今天老王对哪种有害气体含量进行了检测?	今天老王详细检测了甲醛/氧气的含量。	空格
最后老李对自己拍摄的什么影片比较满意?	最后老李对拍摄的喜剧/广告很满意。	空格
每天小李都会把什么报纸带回家?	每天小李都会带晚报/传单回家。	空格
今天老江悄悄地把什么常绿植物种在院子里?	今天老江把柏树/白杨种上了。	空格
今年小罗开了一家什么宠物用品专卖店?	今年小罗经营了一家猫粮/皮鞋专卖店。	空格
昨天小崔决定对什么洗护用品实行销售代理?	昨天小崔打算对浴液/枕巾进行代理。	空格
今天小许穿了一件什么上衣去野餐?	今天小许穿着背心/短裤去野餐。	空格
昨天小刘把敌方的什么军事基地侦察出来了?	昨天小刘侦察出了空军/蔬菜基地。	空格
刚才老葛就什么国际问题展开了论述?	刚才老葛论述了外交/养老问题。	空格
现在飞机上严禁携带什么易爆物品?	现在飞机上禁止烟花/匕首的携带。	空格
今天老王聊起了哪个中国传统节日的由来?	今天老王讲述了元宵节/圣诞节的由来。	空格
昨天小林观看了哪个少数民族的文艺汇演?	昨天小林欣赏了白族/汉族的演出。	空格
去年小冯系统了解了哪种西方语言的文化背景?	去年小冯了解了法语/韩语的背景。	空格
平时奶奶喜欢去看什么戏曲表演?	平时奶奶喜欢看京剧/小品表演。	空格
昨天老李把什么赌博用品没收了?	昨天老李对麻将/假币进行了没收。	空格
今天老宋提前把什么教学用具准备好了?	今天老宋把粉笔/杯子准备好了。	空格
今天小萱把什么素描用品带到了学校?	今天小萱带着铅笔/毛笔到了学校。	空格
今天老刘对什么死刑工具进行了揭秘?	今天老刘揭示了电椅/飞碟的奥秘。	空格
昨天小梅在网上查阅了什么轮滑用品的使用说明?	昨天小梅查阅了护膝/眼镜的介绍。	空格
今天小文下班后把什么浴室用品买了回来?	今天小文把喷头/书包买来了。	空格
前年老赵开了一家专门生产什么消毒用品的工厂?	前年老赵开了生产碘酒/红酒的厂子。	空格
昨天老邓向大家公布了什么军衔的获得者?	昨天老邓宣布了上尉/院士的名单。	空格
今年印度增加了什么纺织品的出口量?	今年印度加大了地毯/皮包的出口。	空格
最近小马对哪种中国传统曲艺很着迷?	最近小马对快板/歌剧非常着迷。	空格

Appendix 2: Experimental materials for Chapter 3

Question	Answer
Welke bloemen kocht Anne gisteren om de kamer mee te versieren?	Gisteren kocht Anne kleurrijke lelies/franjes om de kamer mee te versieren.
Wie kocht gisteren bloemen om de kamer mee te versieren?	Gisteren kocht Anne kleurrijke lelies/franjes om de kamer mee te versieren.
Welk deel van Mark's gezicht was onverwachts verwond?	Bij het ongeluk heeft Mark zijn kin/pols verwond.
Wiens gezicht was onverwachts verwond?	Bij het ongeluk heeft Mark zijn kin/pols verwond.
Wat voor soort boeken zal Achmed volgende week verkopen?	Volgende week zal Achmed de encyclopedieën/machinegeweren verkopen.
Wie zal volgende week boeken verkopen om geld te verdienen?	Volgende week zal Achmed de encyclopedieën/machinegeweren verkopen.
Wat voor soort thee heeft Yvonne haar gasten gisteren geserveerd?	Gisteren heeft Yvonne haar gasten kruidenthee/vruchtensap geserveerd.
Wie heeft haar gasten gisteren thee geserveerd?	Gisteren heeft Yvonne haar gasten kruidenthee/vruchtensap geserveerd.
Wat voor plantjes groeien er bij Mabihe in de kelder als het regent?	Als het regent groeit er vaak onkruid/schimmel bij Mabihe in de kelder.
Bij wie groeien er vaak plantjes in de kelder als het regent?	Als het regent groeit er vaak onkruid/schimmel bij Mabihe in de kelder.
Welke insecten heeft Bas gisteren gevangen in de tuin?	Gisteren heeft Bas sprinkhanen/ooievaars gevangen in de tuin.
Wie heeft gisteren insecten gevangen in de tuin?	Gisteren heeft Bas sprinkhanen/ooievaars gevangen in de tuin.
Welk elektrisch apparaat heeft Sanne gisteren kapot gemaakt?	Gisteren heeft Sanne haar haardroger/wandtapijt per ongeluk kapot gemaakt.
Wie heeft het elektrische apparaat gisteren kapot gemaakt?	Gisteren heeft Sanne haar haardroger/wandtapijt per ongeluk kapot gemaakt.
Welk gefrituurd voedsel bestelde Marjolijn vanmiddag in het fast-food restaurant?	Vanmiddag bestelde Marjolijn friet/zult voor de lunch.
Wie bestelde vanmiddag gefrituurd voedsel in het fast-food restaurant?	Vanmiddag bestelde Marjolijn friet/zult voor de lunch.
Wat voor paardenvoer bereidde Kim regelmatig in de keuken?	Regelmatig bereidde Kim haver/yoghurt in de keuken.
Wie bereidde het paardenvoer regelmatig in de keuken?	Regelmatig bereidde Kim haver/yoghurt in de keuken.
Welk meubelstuk heeft Rick vorige maand voor zijn nieuwe huis gekocht?	Vorige maand kocht Rick een kast/boog voor zijn nieuwe huis.
Wie heeft vorige maand meubels voor zijn nieuwe huis gekocht?	Vorige maand kocht Rick een kast/boog voor zijn nieuwe huis.
Welke versiersels draagt Roos vandaag in haar haar?	Vandaag draagt Roos een haarband/kuitbroek om zichzelf mooi te maken.
Wie draagt vandaag versiersels in haar haar?	Vandaag draagt Roos een haarband/kuitbroek om zichzelf mooi te maken.
Welke literatuur heeft Inge gedurende enkele jaren bestudeerd?	Gedurende enkele jaren heeft Inge gedichten/adviezen bestudeerd.
Wie heeft de literatuur gedurende enkele jaren bestudeerd?	Gedurende enkele jaren heeft Inge gedichten/adviezen bestudeerd.
Wat voor soort bestek heeft Renske zojuist op de tafel gelegd voor de gasten?	Zojuist heeft Renske de lepels/appels op tafel gelegd voor de gasten.
Wie heeft bestek op tafel gelegd voor de gasten?	Zojuist heeft Renske de lepels/appels op tafel gelegd voor de gasten.
Welke breekbare spullen heeft Bob daarnet naar boven gebracht?	Daarnet heeft Bob de glazen/stoelen naar boven gebracht.
Wie heeft de breekbare spullen daarnet naar boven gebracht?	Daarnet heeft Bob de glazen/stoelen naar boven gebracht.
Welk gereedschap heeft Joris gekocht bij de bouwmarkt om mee te tuinieren?	Vanochtend heeft Joris een schep/buis gekocht bij de bouwmarkt.
Wie heeft gereedschap gekocht bij de bouwmarkt om mee te tuinieren?	Vanochtend heeft Joris een schep/buis gekocht bij de bouwmarkt.
Welke fruitbomen heeft Jeroen vanmiddag in de boomgaard geplant?	Vanmiddag heeft Jeroen perenbomen/dennebomen in de boomgaard geplant.
Wie heeft vanmiddag fruitbomen in de boomgaard geplant?	Vanmiddag heeft Jeroen perenbomen/dennebomen in de boomgaard geplant.
Welke opslagruimte vindt Irene eigenlijk te klein?	Eigenlijk vindt Irene haar berghok/hoekhuis te klein.
Wie vindt de opslagruimte eigenlijk te klein?	Eigenlijk vindt Irene haar berghok/hoekhuis te klein.

Welk fruit heeft Karin na school meegenomen naar haar zieke leraar?	Na school heeft Karin verse druiven/rozen meegenomen naar haar leraar.
Wie heeft na school fruit meegenomen naar haar zieke leraar?	Na school heeft Karin verse druiven/rozen meegenomen naar haar leraar.
Wat voor kunstmatig licht gebruikt Max meestal om te kunnen lezen?	Meestal gebruikt Max kaarsen/zonlicht om te kunnen lezen.
Wie gebruikt meestal kunstmatig licht om te kunnen lezen?	Meestal gebruikt Max kaarsen/zonlicht om te kunnen lezen.
Welk deel van Chantal's ingewanden zorgt de laatste tijd voor problemen?	De laatste tijd zorgt Chantal's pijnlijke lever/enkel voor problemen.
Wiens ingewanden zorgen de laatste tijd voor problemen?	De laatste tijd zorgt Chantal's pijnlijke lever/enkel voor problemen.
Welk mineraal kan Bart overal goed herkennen?	Overal kan Bart kwarts/vilt goed herkennen.
Wie kan het mineraal overal goed herkennen?	Overal kan Bart kwarts/vilt goed herkennen.
Welk seizoen is het thema van de fototentoonstelling van Quentin vanavond ?	Vanavond heeft Quentin's fototentoonstelling de zomer/schaduw als thema.
Wiens foto's over het seizoen hangen in fototentoonstelling van Quentin?	Vanavond heeft Quentin's fototentoonstelling de zomer/schaduw als thema.
Wat voor soort onderkomen heeft Heleen gezocht in Engeland?	In Engeland heeft Heleen een appartement/alternatief gezocht.
Wie heeft een onderkomen gezocht in Engeland?	In Engeland heeft Heleen een appartement/alternatief gezocht.
Welk sieraad gaf Simon cadeau aan zijn vriendin?	Gisteren gaf Simon een ketting/dagblad cadeau aan zijn vriendin.
Wie gaf als cadeau een sieraad aan zijn vriendin?	Gisteren gaf Simon een ketting/dagblad cadeau aan zijn vriendin.
Welke oppervlaktemaat vindt Gerard soms verwarrend in het gebruik?	Soms vindt Gerard de are/liter verwarrend in het gebruik.
Wie vindt de oppervlaktemaat soms verwarrend in het gebruik?	Soms vindt Gerard de are/liter verwarrend in het gebruik.
Welk instrument was Giel gisteren vergeten toen hij ging vissen?	Gisteren was Giel vergeten een hengel/zegel mee te nemen.
Wie was het instrument gisteren vergeten toen hij ging vissen?	Gisteren was Giel vergeten een hengel/zegel mee te nemen.
Welke vogelsoort voert Sharon al jaren iedere dag?	Al jaren voert Sharon de kip/koe iedere dag.
Wie voert al jaren iedere dag de vogels?	Al jaren voert Sharon de kip/koe iedere dag.
Welke zeevruchten kookt Larissa ieder weekend voor ons?	Ieder weekend kookt Larissa verse inktvis/bloemkool voor ons.
Wie kookt ieder weekend zeevruchten voor ons?	Ieder weekend kookt Larissa verse inktvis/bloemkool voor ons.
Welke vogel kocht Frederique zojuist op de markt om lol mee te hebben?	Zojuist kocht Frederique een raaf/os om lol mee te hebben.
Wie kocht zojuist een vogel op de markt om lol mee te hebben?	Zojuist kocht Frederique een raaf/os om lol mee te hebben.
Welke eeuwenoude wapens heeft Carlo bij de rivier opgegraven ?	Bij de rivier heeft Carlo de speren/scherven opgegraven.
Wie heeft de eeuwenoude wapens bij de rivier opgegraven?	Bij de rivier heeft Carlo de speren/scherven opgegraven.
Welk ongedierte werd gisteren door Erik gevonden in de kamer?	Gisteren vond Erik een aantal muizen/poezen in de kamer.
Wie heeft gisteren ongedierte in zijn kamer gevonden?	Gisteren vond Erik een aantal muizen/poezen in de kamer.
Welk deel van de boot van Anouk moet binnenkort gemaakt worden?	Binnenkort moet het anker/tegel van de boot van Anouk gemaakt worden.
Wiens boot moet binnenkort gemaakt worden?	Binnenkort moet het anker/tegel van de boot van Anouk gemaakt worden.
Waar ging Marloes vorige week naartoe om te luieren?	Vorige week ging Marloes naar het strand/winkel om te luieren.
Wie ging vorige week naar buiten om te luieren?	Vorige week ging Marloes naar het strand/winkel om te luieren.
Welke ontvlambare vloeistof wilde Daniël vanochtend veilig opbergen?	Vanochtend wilde Daniël de spiritus/grondwater veilig opbergen.
Wie wilde de ontvlambare vloeistof vanochtend veilig opbergen?	Vanochtend wilde Daniël de spiritus/grondwater veilig opbergen.
Van welk familielid bewaarde Lieke de foto's zorgvuldig?	De foto's van haar opa/bakker bewaart Lieke zorgvuldig.
Wie bewaarde de foto's van het familielid zorgvuldig?	De foto's van haar opa/bakker bewaart Lieke zorgvuldig.
Welke verzameling liet Suzan aan de gasten zien?	Aan de gasten liet Suzan haar postzegels/metgezel zien.
Wie liet haar verzameling aan de gasten zien?	Aan de gasten liet Suzan haar postzegels/metgezel zien.
Welk meubelstuk bracht Robert vanmiddag naar zijn nieuwe huis?	Vanmiddag bracht Robert het bed/boek naar zijn nieuwe huis.

Appendix

Wie bracht het meubelstuk vanmiddag naar het nieuwe huis?	Vanmiddag bracht Robert het bed/boek naar zijn nieuwe huis.
Van welk schildersgerei vind Nathalie de prijs nog steeds te hoog?	Nog steeds vindt Nathalie de prijs van de verf/vlag te hoog.
Wie vindt de prijs van het schildersgerei nog steeds te hoog?	Nog steeds vindt Nathalie de prijs van de verf/vlag te hoog.
Welke soort oeroude gebouwen vond Willem vroeger interessant?	Vroeger vond Willem alle piramides/telescopen interessant.
Wie vond oeroude gebouwen vroeger interessant?	Vroeger vond Willem alle piramides/telescopen interessant.
Wat voor proteïnerijk voedsel heeft Simone bij het ontbijt gegeten?	Bij het ontbijt heeft Simone een stukje kaas/brood gegeten.
Wie heeft proteïnerijk voedsel bij het ontbijt gegeten?	Bij het ontbijt heeft Simone een stukje kaas/brood gegeten.
Welke groente helpt volgens Monique bij het afvallen?	Volgens Monique helpt spinazie/spaghetti bij het afvallen.
Volgens wie helpt groente bij het afvallen?	Volgens Monique helpt spinazie/spaghetti bij het afvallen.
Welk gereedschap heeft Sam vandaag expres kapot gemaakt?	Vandaag heeft Sam expres het zakmes/raamwerk kapot gemaakt.
Wie heeft het gereedschap vandaag expres kapot gemaakt?	Vandaag heeft Sam expres het zakmes/raamwerk kapot gemaakt.
Wat voor soort knaagdier heeft Leonie vorige maand gezien?	Vorige maand heeft Leonie een eekhoorn/panter gezien.
Wie heeft vorige maand een knaagdier gezien?	Vorige maand heeft Leonie een eekhoorn/panter gezien.
Welk muziekinstrument heeft Ilse vandaag meegenomen naar het theater?	Vandaag heeft Ilse een harp/stift meegenomen naar het theater.
Wie heeft het muziekinstrument vandaag meegenomen naar het theater?	Vandaag heeft Ilse een harp/stift meegenomen naar het theater.
Welke tropische vrucht is al jaren Stefan's favoriete eten?	Al jaren is meloen/fazant Stefan's favoriete eten.
Wiens favoriete eten is al jaren een tropische vrucht?	Al jaren is meloen/fazant Stefan's favoriete eten.
Welk familielid van Nora neemt mij vanavond mee naar de bioscoop?	Vanavond neemt Nora's oma/buurvrouw mij mee naar de bioscoop.
Welk familielid neemt Nora vanavond mee naar de bioscoop?	Vanavond neemt Nora's oma/buurvrouw mij mee naar de bioscoop.
Welk geleidend metaal gebruikt Fenna morgen voor haar experiment?	Morgen gebruikt Fenna koper/plastic voor haar experiment.
Wie gebruikt het geleidende metaal morgen voor haar experiment?	Morgen gebruikt Fenna koper/plastic voor haar experiment.
Welk meubelstuk heeft Renate vorige maand zelf gemaakt?	Vorige maand heeft Renate zelf een bureau/kantoor gemaakt.
Wie heeft het meubelstuk vorige maand zelf gemaakt?	Vorige maand heeft Renate zelf een bureau/kantoor gemaakt.
Welk kantoorartikel heeft Stefanie zojuist aan haar klasgenoot geleend?	Zojuist heeft Stefanie haar pen/spel aan haar klasgenoot geleend.
Wie heeft het kantoorartikel zojuist aan haar klasgenoot geleend?	Zojuist heeft Stefanie haar pen/spel aan haar klasgenoot geleend.
Wat voor schaaldier heeft Charlotte gisteravond gekookt?	Gisteravond heeft Charlotte kreeft/zalm gekookt.
Wie heeft gisteravond schaaldier gekookt?	Gisteravond heeft Charlotte kreeft/zalm gekookt.
Welk roofdier heeft Lara twee jaar lang geobserveerd?	Twee jaar lang heeft Lara de leeuw/rat bestudeerd.
Wie heeft twee jaar lang het roofdier geobserveerd?	Twee jaar lang heeft Lara de leeuw/rat bestudeerd.
Welk sportartikel heeft Stella vanochtend via internet besteld?	Vanochtend heeft Stella sportschoenen/wandkleden via internet gekocht.
Wie heeft vanochtend een sportartikel via internet besteld?	Vanochtend heeft Stella sportschoenen/wandkleden via internet gekocht.
Welk wiskundig onderwerp zal de leraar morgen bespreken?	Morgen zal de leraar geometrie/gastronomie bespreken.
Wie zal morgen het wiskundige onderwerp bespreken?	Morgen zal de leraar geometrie/gastronomie bespreken.
Wat voor soort keukengerei wordt door Joop vaak gebruikt bij het koken?	Vaak gebruikt Joop de pan/lijst bij het koken.
Wie gebruikt vaak het keukengerei bij het koken?	Vaak gebruikt Joop de pan/lijst bij het koken.
Wat voor mooie vogel vond Petra bij het meertje in het park afgelopen zondag?	Afgelopen zondag vond Petra een zwaan/zwijn bij het meertje in het park.
Wie vond afgelopen zondag een mooie vogel bij het meertje in het park?	Afgelopen zondag vond Petra een zwaan/zwijn bij het meertje in het park.
Welk voorwerp om was mee op te hangen zoekt Vera op dit moment op de zolder?	Op dit moment zoekt Vera de wasknijpers/vloertegels op de zolder.
Wie zoekt het voorwerp om was mee op te hangen op dit moment op de zolder?	Op dit moment zoekt Vera de wasknijpers/vloertegels op de zolder.

Met welk familielid hield Ben goed contact toen hij in het buitenland was?	Toen hij in het buitenland was hield Ben met zijn tante/vriendin goed contact.
Wie hield goed contact met zijn familielid toen hij in het buitenland was?	Toen hij in het buitenland was hield Ben met zijn tante/vriendin goed contact.
Wat voor medisch werk doet Paul sinds kort in Duitsland?	Sinds kort is Paul arts/boer in Duitsland.
Wie doet sinds kort medisch werk in Duitsland?	Sinds kort is Paul arts/boer in Duitsland.
Naar welk Europees land gaat Emma deze zomer op vakantie?	Deze zomer gaat Emma naar Zwitserland/Mexico op vakantie.
Wie gaat deze zomer naar een Europees land op vakantie?	Deze zomer gaat Emma naar Zwitserland/Mexico op vakantie.
Welk bijbels figuur heeft Tina vandaag uitgebreid geïntroduceerd aan de kinderen?	Vandaag heeft Tina uitgebreid Mozes/Nixon geïntroduceerd aan de kinderen.
Wie heeft vandaag uitgebreid een bijbels figuur geïntroduceerd?	Vandaag heeft Tina uitgebreid Mozes/Nixon geïntroduceerd aan de kinderen.
Wat voor vis heeft Dirk vandaag gevangen in de zee?	Vandaag heeft Dirk een snoek/geit gevangen.
Wie heeft vandaag een vis gevangen in de zee?	Vandaag heeft Dirk een snoek/geit gevangen.
Welk typisch Nederlands product heeft Jordy vorige week op de markt verkocht?	Vorige week heeft Jordy tulpen/vijgen verkocht.
Wie heeft vorige week het typisch Nederlandse product op de markt verkocht?	Vorige week heeft Jordy tulpen/vijgen verkocht.
Welk vruchtensap heeft Angela in de supermarkt gekocht?	In de supermarkt heeft Angela appelsap/selderie gekocht.
Wie heeft in de supermarkt vruchtensap gekocht?	In de supermarkt heeft Angela appelsap/selderie gekocht.
Welke bloemen verzorgt moeder iedere morgen heel goed?	Iedere morgen verzorgt moeder de krokussen/zwerfkatten heel goed.
Wie verzorgt de bloemen iedere morgen heel goed?	Iedere morgen verzorgt moeder de krokussen/zwerfkatten heel goed.
Welke groente wordt door Linda voor het eerst in dit gebied geplant?	Voor het eerst plant Linda wortels/vruchten in dit gebied.
Wie plant de groente voor het eerst in dit gebied?	Voor het eerst plant Linda wortels/vruchten in dit gebied.
Tot wat voor soort politiek leider is Maura gisteren benoemd?	Gisteren is Maura tot president/directeur benoemd.
Wie is gisteren tot politiek leider benoemd?	Gisteren is Maura tot president/directeur benoemd.
Welk vaartuig heeft de Kapitein verloren in de oorlog?	In de oorlog heeft de Kapitein zijn schip/neus verloren.
Wie heeft in de oorlog zijn vaartuig verloren?	In de oorlog heeft de Kapitein zijn schip/neus verloren.
Op welke noot heeft Jurgen zijn tand vorige week gebroken?	Vorige week heeft Jurgen zijn tand op een walnootje/ijsblokje gebroken.
Wie heeft vorige week zijn tand op een noot gebroken?	Vorige week heeft Jurgen zijn tand op een walnootje/ijsblokje gebroken.
Welk religieus boek heeft Eva al meerdere malen gelezen?	Al meerdere malen heeft Eva haar bijbel/dagboek gelezen.
Wie heeft het religieuze boek al meerdere malen gelezen?	Al meerdere malen heeft Eva haar bijbel/dagboek gelezen.
Van welke zoetigheid wordt Jan-Peter helaas steeds dikker?	Helaas wordt Jan-Peter door het eten van snoep/chips steeds dikker.
Wie wordt helaas steeds dikker door de zoetigheid?	Helaas wordt Jan-Peter door het eten van snoep/chips steeds dikker.
In wat voor soort handwerk is Femke al jaren erg goed?	Al jaren is Femke in breien/vissen erg goed.
Wie is al jaren erg goed in het handwerk?	Al jaren is Femke in breien/vissen erg goed.
Welke bescherming tegen overstromingen heeft Frank vorig jaar helpen bouwen?	Vorig jaar heeft Frank de dijk/wieg helpen bouwen.
Wie heeft vorig jaar de bescherming tegen overstromingen helpen bouwen?	Vorig jaar heeft Frank de dijk/wieg helpen bouwen.
Welk huishoudelijk apparaat heeft Lennart op het moment hard nodig?	Op het moment heeft Lennart de stofzuiger/schemerlamp hard nodig.
Wie heeft het huishoudelijke apparaat op het moment hard nodig?	Op het moment heeft Lennart de stofzuiger/schemerlamp hard nodig.
Welke attractie heeft Niels gisteren bezocht?	Gisteren heeft Niels een pretpark/oogarts bezocht.
Wie heeft gisteren de attractie bezocht?	Gisteren heeft Niels een pretpark/oogarts bezocht.
Over welk astronomisch fenomeen heeft Tessa vandaag informatie opgezocht?	Vandaag heeft Tessa informatie over zonnestelsels/paddenstoelen opgezocht.
Wie heeft vandaag informatie opgezocht over een astronomisch fenomeen?	Vandaag heeft Tessa informatie over zonnestelsels/paddenstoelen opgezocht.

Appendix

Van welk bouw materiaal is vorig jaar de productie gestegen in Karel's fabriek?	Vorig jaar is in Karel's fabriek de productie van staal/zeep gestegen.
In wiens fabriek is de productie van bouw materiaal vorig jaar gestegen?	Vorig jaar is in Karel's fabriek de productie van staal/zeep gestegen.
Wat heeft Anja vandaag gekocht om het gras mee te maaien?	Vandaag heeft Anja een grasmaaier/waterpas gekocht.
Wie heeft een apparaat om het gras mee te maaien gekocht?	Vandaag heeft Anja een grasmaaier/waterpas gekocht.
Van welke lengtemaat wist Wouter vandaag de betekenis niet?	Vandaag wist Wouter de betekenis van de mijl/het pond niet.
Wie wist vandaag de betekenis van de lengtemaat niet?	Vandaag wist Wouter de betekenis van de mijl/het pond niet.
Welk wapen heeft Ina uitvoerig bestudeerd?	Uitvoerig heeft Ina de kruisboog/boogbrug bestudeerd.
Wie heeft het wapen uitvoerig bestudeerd?	Uitvoerig heeft Ina de kruisboog/boogbrug bestudeerd.
Wat voor waterdicht kledingstuk heeft Alice meegenomen naar het kamp?	Naar het kamp heeft Alice een regenjas/uniform meegenomen.
Wie heeft een waterdicht kledingstuk meegenomen naar het kamp?	Naar het kamp heeft Alice een regenjas/uniform meegenomen.
Welke boom geeft Alexandra elke dag water?	Elke dag geeft Alexandra de palmboom/voortuin water.
Wie geeft elke dag de boom water?	Elke dag geeft Alexandra de palmboom/voortuin water.
Welk fruit is door Thomas vanuit Azië geïmporteerd?	Vanuit Azië zijn door Thomas de perziken/wasbakken geïmporteerd.
Wie heeft het fruit vanuit Azië geïmporteerd?	Vanuit Azië zijn door Thomas de perziken/wasbakken geïmporteerd.
Welk communicatiemiddel gebruikt Marije vaak op haar werk?	Vaak gebruikt Marije een intercom/databank op haar werk.
Wie gebruikt het communicatiemiddel vaak op haar werk?	Vaak gebruikt Marije een intercom/databank op haar werk.
Welke babyspullen heeft moeder zojuist naar de burens gebracht?	Zojuist heeft moeder de luiers/rolstoel naar de burens gebracht.
Wie heeft de babyspullen zojuist naar de burens gebracht?	Zojuist heeft moeder de luiers/rolstoel naar de burens gebracht.
Naar welk Aziatisch land gaat Iris volgende maand op vakantie?	Volgende maand gaat Iris naar India/ Canada op vakantie.
Wie gaat volgende maand naar een Aziatisch land op vakantie?	Volgende maand gaat Iris naar India/ Canada op vakantie.
Welk digitaal product vindt Ralf momenteel erg interessant?	Momenteel vindt Ralf de camera/vrachtwagen erg interessant.
Wie vindt het digitale product momenteel erg interessant?	Momenteel vindt Ralf de camera/vrachtwagen erg interessant.
Van welke groente is de afzet aanzienlijk gestegen op Henk's boerderij?	De afzet van komkommers/laurierblad is op Henk's boerderij sterk toegenomen.
Op wiens boerderij is de afzet van groente aanzienlijk gestegen?	De afzet van komkommers/laurierblad is op Henk's boerderij sterk toegenomen.
In wat voor grote stalen constructie houdt Victor zijn kippen meestal gedurende de winter?	Meestal houdt Victor zijn kippen in een kooi/tent gedurende de winter.
Wie houdt zijn kippen gedurende de winter in een grote stalen constructie?	Meestal houdt Victor zijn kippen in een kooi/tent gedurende de winter.
Wat voor edelstenen werden goed verkocht in Andre's winkel?	De verkoop van kristallen/handtassen was winstgevend in Andre's winkel.
In wiens winkel werden edelstenen goed verkocht?	De verkoop van kristallen/handtassen was winstgevend in Andre's winkel.
Wat voor kunstenaar wil Bernard later als hij groot is graag worden?	Later als hij groot is wil Bernard graag danser/monteur worden.
Wie wil later een kunstenaar worden als hij groot is?	Later als hij groot is wil Bernard graag danser/monteur worden.
Van welk landbouwproduct bleef de prijs maar stijgen voor Hans?	De prijs van aardappels/alcohol bleef voor Hans maar stijgen.
Voor wie bleef de prijs van een landbouwproduct steeds maar stijgen?	De prijs van aardappels/alcohol bleef voor Hans maar stijgen.
Voor welke roofdieren uit de dierentuin is Egbert meestal bang?	Meestal is Egbert bang voor tijgers/kikkers in de dierentuin.
Wie is meestal bang voor roofdieren uit de dierentuin?	Meestal is Egbert bang voor tijgers/kikkers in de dierentuin.
Wat voor antiek onroerend goed kocht Nathan op een veiling deze zomer?	Deze zomer kocht Nathan het antieke landgoed/rijtuig op een veiling.
Wie kocht deze zomer antiek onroerend goed op een veiling?	Deze zomer kocht Nathan het antieke landgoed/rijtuig op een veiling.
Wat voor fruit werd door Beau vorige week minder verkocht?	Door Beau werden vorige week minder aardbeien/haringen verkocht.
Door wie werd vorige week minder fruit verkocht?	Door Beau werden vorige week minder aardbeien/haringen verkocht.
Wat voor toiletartikel vergat Maria gisteren in het hotel?	Gisteren is Maria een tandenborstel/foto toestel vergeten in het hotel.

Wie is gisteren in het hotel een toiletartikel vergeten?	Gisteren is Maria een tandenborstel/fotoestel vergeten in het hotel.
Welke technische afstudeerrichting koos Norbert na zijn bachelor op de universiteit?	Op de universiteit koos Norbert de afstudeerrichting natuurkunde/grammatica na zijn bachelor.
Wie koos na zijn bachelor een technische afstudeerrichting op de universiteit?	Op de universiteit koos Norbert de afstudeerrichting natuurkunde/grammatica na zijn bachelor.
Wat voor vruchten nam Angelique zondag mee van de markt?	Zondag nam Angelique een zak druiven/suiker mee van de markt.
Wie nam zondag vruchten mee van de markt?	Zondag nam Angelique een zak druiven/suiker mee van de markt.
Met wat voor bom werd de burgemeester aangevallen tijdens de verkiezingen?	Tijdens de verkiezingen werd de politicus met een brandbom/breinaald aangevallen.
Wie werd er tijdens de verkiezingen met een bom aangevallen?	Tijdens de verkiezingen werd de politicus met een brandbom/breinaald aangevallen.
Wat voor speciale schoenen droeg Laura op het feestje zaterdag?	Zaterdag droeg Laura haar naaldhakken/zwemvliezen op het feestje.
Wie droeg er zaterdag speciale schoenen op het feestje?	Zaterdag droeg Laura haar naaldhakken/zwemvliezen op het feestje.
Wat voor kinderboeken las Gerda vroeger vaak voor aan de kinderen?	Vroeger las Gerda vaak sprookjes/ethiek voor aan de kinderen.
Wie las vroeger vaak kinderboeken voor aan de kinderen?	Vroeger las Gerda vaak sprookjes/ethiek voor aan de kinderen.
Van welke formele schrijfstijl bedient Harry zich gewoonlijk in zijn verhalen?	Meestal bedient Harry zich van proza/drama in zijn verhalen.
Wie bedient zich gewoonlijk van een formele schrijfstijl in zijn verhalen?	Meestal bedient Harry zich van proza/drama in zijn verhalen.
Welke leidinggevende is op het moment hard nodig in het bedrijf van John?	In het bedrijf van John is op het moment een manager/technicus hard nodig.
In wiens bedrijf is op het moment een leidinggevende hard nodig?	In het bedrijf van John is op het moment een manager/technicus hard nodig.
Wat voor sport beoefent Caspar in het weekend graag in het park?	In het weekend gaat Caspar graag rennen/dichten in het park.
Wie beoefend in het weekend graag sport in het park?	In het weekend gaat Caspar graag rennen/dichten in het park.
Wat voor openbare voorzieningen zijn er recentelijk in China veel gebouwd?	In China zijn recentelijk veel metro's/motels gebouwd.
In welk land zijn recentelijk veel openbare voorzieningen gebouwd?	In China zijn recentelijk veel metro's/motels gebouwd.
Welke balsport speelt Jerry het liefst in het weekend in de gymzaal?	In het weekend speelt Jerry het liefst squash/schaak in de gymzaal.
Wie speelt er in het weekend het liefst een balsport in de gymzaal?	In het weekend speelt Jerry het liefst squash/schaak in de gymzaal.
Wat voor zeevoedsel nam Eliza voor ons mee van het strand?	Van het strand heeft Eliza mosselen/zeewater meegenomen voor ons.
Wie nam zeevoedsel mee voor ons van het strand?	Van het strand heeft Eliza mosselen/zeewater meegenomen voor ons.
Wat voor dure cosmetica gebruikt Noa iedere ochtend om zich op te maken voor ze naar school gaat?	Iedere ochtend gebruikt Noa dure lipstick/shampoo voordat ze naar school gaat.
Wie gebruikt iedere dag dure cosmetica om zich op te maken voordat ze naar school gaat?	Iedere ochtend gebruikt Noa dure lipstick/shampoo voordat ze naar school gaat.
Wat voor vleesgerecht is het lievelingseten van Ron?	Van Ron is steak/sla zijn lievelingseten.
Van wie is dat vleesgerecht het lievelingseten?	Van Ron is steak/sla zijn lievelingseten.
Wat voor alcoholische drank drinkt Alexander 's'avonds vaak te veel?	Vaak drinkt Alexander te veel vodka 's/tonic 's avonds.
Wie drinkt er 's avonds vaak te veel alcoholische drank?	Vaak drinkt Alexander te veel vodka 's/tonic 's avonds.
Naar welke Europese hoofdstad gaat Pieter op vakantie dit jaar?	Dit jaar gaat Pieter naar Stockholm/Mekka op vakantie.
Wie gaat er dit jaar op vakantie naar een Europese hoofdstad?	Dit jaar gaat Pieter naar Stockholm/Mekka op vakantie.
Voor de bescherming van welk zeldzaam dier zet Maarten zich zijn hele leven al in?	Voor de bescherming van de panda/weerwolf zet Maarten zich al zijn hele leven in.
Wie zet zich al zijn hele leven in voor de bescherming van een zeldzaam dier?	Voor de bescherming van de panda/weerwolf zet Maarten zich al zijn hele leven in.
Door wat voor natuurramp is het dorp van Helen getroffen?	Het dorp van Helen is door een aardbeving/plundering getroffen.
Wiens dorp is door een natuurramp getroffen?	Het dorp van Helen is door een aardbeving/plundering getroffen.
Wat voor goederen worden er in Rotterdam ingevoerd?	In Rotterdam wordt de tarwe/heffing ingevoerd.
Waar worden die goederen ingevoerd?	In Rotterdam wordt de tarwe/heffing ingevoerd.
Wat voor vers fruit at Nicole die middag als lunch?	Die middag at Nicole een verse banaan/gamaal als lunch.

Appendix

Wie at vers fruit als lunch die middag?	Die middag at Nicole een verse banaan/gamaal als lunch.
Naar welk Aziatisch land ging Koen toe deze maand voor zijn stage?	Deze maand ging Koen naar Laos/Ghana voor zijn stage.
Wie ging er voor zijn stage naar een Aziatisch land deze maand?	Deze maand ging Koen naar Laos/Ghana voor zijn stage.
Op wat voor kleding heeft Maartje gisteren per ongeluk geknoeid?	Gisteren heeft Maartje op haar jurk/duim geknoeid.
Wie heeft er gisteren op haar kleding geknoeid?	Gisteren heeft Maartje op haar jurk/duim geknoeid.
Wat voor servies heeft Amanda tijdens het afwassen laten vallen?	Tijdens het afwassen heeft Amanda een bord/traan laten vallen.
Wie heeft er tijdens het afwassen servies laten vallen?	Tijdens het afwassen heeft Amanda een bord/traan laten vallen.
Met wat voor beleggingsproducten heeft Mo vorig jaar veel geld verdiend?	Vorig jaar heeft Mo veel geld met aandelen/tijdschriften verdiend.
Wie heeft vorig jaar veel geld verdiend met beleggingsproducten?	Vorig jaar heeft Mo veel geld met aandelen/tijdschriften verdiend.
Wat voor groente heeft Michiel vanavond meegenomen naar het etentje?	Vanavond heeft Michiel zuurkool/bacon meegenomen naar het etentje.
Wie heeft vanavond de groente meegenomen naar het etentje?	Vanavond heeft Michiel zuurkool/bacon meegenomen naar het etentje.
Wat voor insecten bestudeerde de ecooloog in de zomer?	De ecooloog bestudeerde de hommels/hamsters in de zomer.
Wie bestudeerde de insecten in de zomer?	De ecooloog bestudeerde de hommels/hamsters in de zomer.
Wat voor gebak kocht Klaas zojuist in de winkel?	Zojuist heeft Klaas in de winkel cake/pils gekocht.
Wie heeft zojuist gebak gekocht in de winkel?	Zojuist heeft Klaas in de winkel cake/pils gekocht.
Welk land uit de oudheid willen de leerlingen ooit nog bezoeken?	De leerlingen willen ooit nog Egypte/Nieuw-Zeeland bezoeken.
Wie willen ooit nog een land uit de oudheid bezoeken?	De leerlingen willen ooit nog Egypte/Nieuw-Zeeland bezoeken.
Aan welke vechtsport is Roland recentelijk veel gaan doen?	Recentelijk is Roland veel aan karate/acteren gaan doen.
Wie is er recentelijk veel aan vechtsport gaan doen?	Recentelijk is Roland veel aan karate/acteren gaan doen.
Welk soort openbaar vervoer neemt Jos iedere dag naar zijn werk?	Iedere dag gaat Jos met de bus/fiets naar zijn werk.
Wie gaat er iedere dag met het openbaar vervoer naar zijn werk?	Iedere dag gaat Jos met de bus/fiets naar zijn werk.
Welke vorm van vervuiling werd dit jaar streng aangepakt door de overheid?	De overheid pakte de luchtvervuiling/verzetsbeweging dit jaar streng aan.
Wie pakte dit jaar de vervuiling streng aan?	De overheid pakte de luchtvervuiling/verzetsbeweging dit jaar streng aan.
Voor welke psychologische aandoening kwam Toon vanmiddag bij de dokter?	Vanmiddag kwam Toon voor zijn hoogtevrees/eksteroog bij de dokter.
Wie kwam er voor een psychologische aandoening bij de dokter vanmiddag?	Vanmiddag kwam Toon voor zijn hoogtevrees/eksteroog bij de dokter.
Wat voor vee raadde de minister de boeren aan te gaan verzorgen?	De minister raadde de boeren aan om varkens/planten te gaan verzorgen.
Wie raadde de boeren aan om vee te gaan verzorgen?	De minister raadde de boeren aan om varkens/planten te gaan verzorgen.
Welk tuingereedschap heeft de conciërge morgen nodig?	De conciërge heeft morgen de hark/boor nodig.
Wie heeft morgen tuingereedschap nodig?	De conciërge heeft morgen de hark/boor nodig.
Van welk fruit bracht de oogst erg veel geld op voor Thor dit voorjaar?	De oogst van citroenen/tomaten bracht Thor erg veel geld op dit voorjaar.
Voor wie bracht de fruitoogst erg veel geld op dit voorjaar?	De oogst van citroenen/tomaten bracht Thor erg veel geld op dit voorjaar.
Welke computerhardware werd door de monteur gerepareerd in de winkel?	De monteur repareerde de monitor/werktafel in de winkel.
Wie repareerde de computerhardware in de winkel?	De monteur repareerde de monitor/werktafel in de winkel.
Welke kamer liet Liesbeth als eerste aan haar gasten zien?	Als eerste liet Liesbeth haar salon/cadeau aan haar gasten zien.
Wie liet er als eerste de kamer aan haar gasten zien?	Als eerste liet Liesbeth haar salon/cadeau aan haar gasten zien.
Wat voor bestek vergat Joran gisteren mee naar school te nemen?	Gisteren vergat Joran een vork/schrift mee naar school te nemen.
Wie vergat gisteren zijn bestek mee naar school te nemen?	Gisteren vergat Joran een vork/schrift mee naar school te nemen.
Van welk lichaamsdeel heeft Patrick vandaag veel last tijdens zijn werk?	Vandaag heeft Patrick veel last van zijn arm/haar tijdens zijn werk.
Wie heeft vandaag veel last van een lichaamsdeel tijdens zijn werk?	Vandaag heeft Patrick veel last van zijn arm/haar tijdens zijn werk.

Voor welke taal volgt Jesse een cursus voor hij naar Rusland op vakantie gaat deze zomer?	Voor de vakantie volgt Jesse een cursus Russisch/Engels deze zomer.
Wie volgt een taalcursus voordat hij deze zomer op vakantie gaat naar Rusland?	Voor de vakantie volgt Jesse een cursus Russisch/Engels deze zomer.
Welke dieren kunnen volgens Gijs ziektes verspreiden?	Volgens Gijs kunnen vliegen/bekers ziektes verspreiden.
Volgens wie kunnen dieren ziektes verspreiden?	Volgens Gijs kunnen vliegen/bekers ziektes verspreiden.
Welk bureauaccessoire heeft de schoonmaakster per ongeluk kwijt gemaakt?	De schoonmaakster heeft per ongeluk de nietmachine/pepermolen kwijt gemaakt.
Wie heeft per ongeluk het bureauaccessoire kwijt gemaakt?	De schoonmaakster heeft per ongeluk de nietmachine/pepermolen kwijt gemaakt.
Wat voor schrijfgery heeft Edward veel gebruikt om een kunstwerk te maken?	Om een kunstwerk te maken heeft Edward veel potlood/zilver gebruikt.
Wie heeft er schrijfgery gebruikt om een kunstwerk te maken?	Om een kunstwerk te maken heeft Edward veel potlood/zilver gebruikt.
Wat voor gereedschap bewaart de smid in zijn garage	De smid bewaart een bijl/jeep in zijn garage.
Wie bewaard er gereedschap in zijn garage	De smid bewaart een bijl/jeep in zijn garage.
Welke drank werd er voor de oogst aan de Goden geofferd?	Voor de oogst werd er bourbon/wierook aan de Goden geofferd.
Aan wie werd er voor de oogst drank geofferd?	Voor de oogst werd er bourbon/wierook aan de Goden geofferd.
Wat voor zwemspullen was Peter vergeten mee te nemen op vakantie afgelopen zomer?	Afgelopen zomer was Peter vergeten zijn zwembroek/atlas mee te nemen op vakantie.
Wie was er vergeten zwemspullen mee te nemen op vakantie afgelopen zomer?	Afgelopen zomer was Peter vergeten zijn zwembroek/atlas mee te nemen op vakantie.
Wat voor drukwerk gaat de fabriek van Cicero binnenkort produceren?	De fabriek van Cicero gaat binnenkort kalenders/servetten produceren.
Wiens fabriek gaat binnenkort drukwerk produceren?	De fabriek van Cicero gaat binnenkort kalenders/servetten produceren.
Wat voor kledingstuk heeft Katja zelf gemaakt deze winter?	Deze winter heeft Katja zelf een trui/kuil gemaakt.
Wie heeft deze winter zelf een kledingstuk gemaakt?	Deze winter heeft Katja zelf een trui/kuil gemaakt.
In de verkoop van welke kampeerspullen ziet meneer Dijkstal een potentiële markt?	Meneer Dijkstal ziet in de verkoop van veldflessen/zandbakken een potentiële markt.
Wie ziet in de verkoop van kampeerspullen een potentiële markt.	Meneer Dijkstal ziet in de verkoop van veldflessen/zandbakken een potentiële markt.
Wat voor blaasinstrument speelde Bastiaan drie jaar lang op de middelbare school?	Drie jaar lang speelde Bastiaan intensief trompet/gitaar op de middelbare school.
Wie speelde er op de middelbare school drie jaar lang een blaasinstrument?	Drie jaar lang speelde Bastiaan intensief trompet/gitaar op de middelbare school.
Welke Romaanse taal leert Hilde op school naast Nederlands?	Naast Nederlands leert Hilde ook Frans/Duits op school.
Wie leert er op school naast Nederlands ook nog een Romaanse taal?	Naast Nederlands leert Hilde ook Frans/Duits op school.
Wat voor junkfood wil Agatha liever nooit meer eten?	Het liefst zou Agatha nooit meer hamburger/kruidnagel eten.
Wie wil er nooit meer junkfood eten?	Het liefst zou Agatha nooit meer hamburger/kruidnagel eten.
Wat voor kruiden bracht Delilah mee naar huis voor het avondeten?	Voor het avondeten bracht Delilah tijm/rijs met mee naar huis.
Wie bracht kruiden mee naar huis voor het avondeten?	Voor het avondeten bracht Delilah tijm/rijs met mee naar huis.
Wat voor kruiden gebruikt de scheepskok wanneer hij kip klaarmaakt?	De scheepskok gebruikt altijd kerrie/koolraap als hij kip klaarmaakt.
Wie gebruikt altijd kruiden als hij kip klaarmaakt?	De scheepskok gebruikt altijd kerrie/koolraap als hij kip klaarmaakt.
Wat voor woonruimte heeft de architect beloofd volgende maand te gaan bouwen?	De architect heeft beloofd volgende maand een villa/toren te gaan bouwen.
Wie heeft beloofd volgende maand een woonruimte te gaan bouwen?	De architect heeft beloofd volgende maand een villa/toren te gaan bouwen.
Wat voor buitenaardse steen heeft Godfried in zijn tuin opgegraven?	In zijn tuin heeft Godfried een komeet/granaat opgegraven.
Wie heeft in zijn tuin een buitenaardse steen opgegraven?	In zijn tuin heeft Godfried een komeet/granaat opgegraven.
Wat voor lectuur bekijkt Arthur op zondagmiddag altijd ter ontspanning?	Op zondagmiddag bekijkt Arthur altijd een krant/film ter ontspanning.
Wie bekijkt er op zondagmiddag altijd lectuur ter ontspanning?	Op zondagmiddag bekijkt Arthur altijd een krant/film ter ontspanning.
Wat voor naaldbomen plantte Qin in het park dit voorjaar?	Dit voorjaar plantte Qin dennen/heide in het park.
Wie plantte dit voorjaar naaldbomen in het park?	Dit voorjaar plantte Qin dennen/heide in het park.

Appendix

Wat voor keukengereedschap kocht Sophia op de markt vandaag?	Vandaag kocht Sophia een pollepel/geitenkaas op de markt.
Wie kocht er vandaag keukengereedschap op de markt?	Vandaag kocht Sophia een pollepel/geitenkaas op de markt.
Wat voor keukengereedschap heeft Tim zijn moeder gister laten kopen?	Gisteren heeft Tim zijn moeder een blikopener/vuilnisemmer laten kopen.
Wie heeft gister zijn moeder keukengereedschap laten kopen?	Gisteren heeft Tim zijn moeder een blikopener/vuilnisemmer laten kopen.
Wat voor jas droeg Emanuel in het park tijdens zijn wandeling gisteren?	Gisteren droeg Emanuel een overjas/wandelstok tijdens zijn wandeling in het park.
Wie droeg er gisteren een jas tijdens zijn wandeling in het park?	Gisteren droeg Emanuel een overjas/wandelstok tijdens zijn wandeling in het park.
Wat voor militaire basis gaat Jan morgen bezoeken?	Morgen gaat Jan een vliegveld/kerkhof bezoeken.
Wie gaat er morgen een militaire basis bezoeken?	Morgen gaat Jan een vliegveld/kerkhof bezoeken.
Over welk internationaal onderwerp geeft Pascal morgen les in zijn klas?	Morgen geeft Pascal les over diplomatie/psychiatrie in zijn klas.
Wie geeft er morgen in zijn klas les over een internationaal onderwerp?	Morgen geeft Pascal les over diplomatie/psychiatrie in zijn klas.
Wat voor explosieven vond de douane vorige week verstopt in een rugzak?	De douane vond vorige week een handgranaat/scheermesje verstopt in een rugzak.
Wie vonden vorige week explosieven verstopt in een rugzak?	De douane vond vorige week een handgranaat/scheermesje verstopt in een rugzak.
Welke traditionele feestdag komt er binnenkort weer aan volgens de pastor?	De pastor vertelt dat kerstmis/de veemarkt er weer aan komt binnenkort.
Wie zegt dat er binnenkort weer een traditionele feestdag aankomt?	De pastor vertelt dat kerstmis/de veemarkt er weer aan komt binnenkort.
Wat voor militair voertuig ontwerpt Petrus dit keer voor de klant?	Dit keer ontwerpt Petrus een tank/bar voor de klant.
Wie ontwerpt er dit keer een militair voertuig voor de klant?	Dit keer ontwerpt Petrus een tank/bar voor de klant.
Welke westerse taal beheerst de leraar sinds kort vloeiend?	De leraar spreekt vloeiend Deens/Turks sinds kort.
Wie beheerst er sinds kort vloeiend een westerse taal?	De leraar spreekt vloeiend Deens/Turks sinds kort.
Wat voor drank zet Ivan voor iedereen op tafel tijdens het banket?	Tijdens het banket zet Ivan voor iedereen bier/vlees op tafel.
Wie zet er drank op tafel tijdens het banket?	Tijdens het banket zet Ivan voor iedereen bier/vlees op tafel.
Wat voor kaartspel speelt Jasper de hele dag met zijn vrienden in het weekend?	In het weekend speelt Jasper de hele dag poker/tennis met zijn vrienden.
Wie speelt er de hele dag een kaartspel met zijn vrienden in het weekend?	In het weekend speelt Jasper de hele dag poker/tennis met zijn vrienden.
Wat voor schrijfspullen neemt Julia mee naar school voor de kinderen?	Voor de kinderen neemt Julia wat krijt/gips mee naar school.
Wie neemt voor de kinderen wat schrijfspullen mee naar school?	Voor de kinderen neemt Julia wat krijt/gips mee naar school.
In wat voor felle kleur wil Herman zijn muur graag verven na de verbouwing?	Na de verbouwing wil Herman zijn muur graag rood/zwart verven.
Wie wil zijn muur graag in een felle kleur verven na de verbouwing?	Na de verbouwing wil Herman zijn muur graag rood/zwart verven.
Van wat voor martelwerktuig legt Albert de werking uit tijdens de rondleiding in het museum?	Tijdens de rondleiding legt Albert de werking van de galg/loep uit.
Wie legt er tijdens de rondleiding in het museum de werking van een martelwerktuig uit?	Tijdens de rondleiding legt Albert de werking van de galg/loep uit.
Wat voor vechtsport toernooi keek Bredero gisteravond op TV?	Gisteravond keek Bredero naar een judo/polka toernooi op tv.
Wie keek gisteravond naar een vechtsport toernooi op TV?	Gisteravond keek Bredero naar een judo/polka toernooi op tv.
Wat voor schoonmaakwerk moest Caroline van haar moeder voor het avondeten af hebben?	Van haar moeder moest Caroline voor het avondeten de afwas/scène af hebben.
Wie moest er van haar moeder voor het avondeten het schoonmaakwerk af hebben?	Van haar moeder moest Caroline voor het avondeten de afwas/scène af hebben.
Wat voor medicijn gebruikte de verpleegster om de wond te steriliseren?	De verpleegster gebruikte jodium/tandpasta om de wond te steriliseren.
Wie gebruikte medicijnen om de wond te steriliseren?	De verpleegster gebruikte jodium/tandpasta om de wond te steriliseren.
Wat voor textiel werd er afgelopen jaar meer geëxporteerd vanuit India?	Vanuit India werd afgelopen jaar meer katoen/krediet geëxporteerd.
Vanuit welk land werd afgelopen jaar meer textiel geëxporteerd?	Vanuit India werd afgelopen jaar meer katoen/krediet geëxporteerd.
Wat voor apparaat heeft Edwin vaak nodig om zijn computer te bedienen?	Vaak heeft Edwin een toetsenbord/koffiepot nodig.
Wie heeft vaak een apparaat nodig om zijn computer te bedienen?	Vaak heeft Edwin een toetsenbord/koffiepot nodig.

Welke warme drank drinkt Wim elke dag bij het ontbijt?	Elke dag drinkt Wim thee/melk bij het ontbijt.
Wie drinkt er elke dag warme drank bij het ontbijt?	Elke dag drinkt Wim thee/melk bij het ontbijt.
Welke teamsport beoefent Paula iedere donderdag om fit te blijven?	Iedere donderdag gaat Paula naar voetbal/yoga om fit te blijven.
Wie beoefent iedere donderdag een teamsport om fit te blijven?	Iedere donderdag gaat Paula naar voetbal/yoga om fit te blijven.
Welke specerij gebruikt Eveline vaak bij het koken?	Vaak gebruikt Eveline peper/knoflook bij het koken.
Wie gebruikt vaak specerijen bij het koken?	Vaak gebruikt Eveline peper/knoflook bij het koken.
Welk kantoorartikel gebruikt de secretaris regelmatig om zijn orders door te geven?	De secretaris gebruikt regelmatig de telefoon/officier om zijn orders door te geven.
Wie gebruikt regelmatig een kantoorartikel om zijn orders door te geven?	De secretaris gebruikt regelmatig de telefoon/officier om zijn orders door te geven.
Welk gereedschap had Xavier zojuist dringend nodig?	Zojuist had Xavier dringend een hamer/asbak nodig.
Wie had er zojuist dringend gereedschap nodig?	Zojuist had Xavier dringend een hamer/asbak nodig.
Welk agrarisch beroep wil Nadine in de toekomst graag uitoefenen?	In de toekomst wil Nadine graag boerin/premier worden.
Wie wil in de toekomst graag een agrarisch beroep uitoefenen?	In de toekomst wil Nadine graag boerin/premier worden.
Wat voor hemellichamen heeft Chris onlangs bestudeerd?	Onlangs heeft Chris sterren/wolken bestudeerd.
Wie heeft de hemellichamen onlangs bestudeerd?	Onlangs heeft Chris sterren/wolken bestudeerd.
Welke roofvogels gaat Marleen dit weekend bekijken?	Dit weekend gaat Marleen valken/zwanen bekijken.
Wie gaat er dit weekend roofvogels bekijken?	Dit weekend gaat Marleen valken/zwanen bekijken.
Welk ledemaat heeft Frits gisteren gebroken?	Gisteren heeft Frits zijn been/rug gebroken.
Wie heeft er gisteren een ledemaat gebroken?	Gisteren heeft Frits zijn been/rug gebroken.
Met welk zoet broodbeleg heeft Guido vanochtend zijn brood gesmeerd?	Vanochtend heeft Guido zijn brood met hagelslag/leverworst gesmeerd.
Wie heeft vanochtend zijn brood met zoet broodbeleg gesmeerd?	Vanochtend heeft Guido zijn brood met hagelslag/leverworst gesmeerd.
Welke alcoholische drank serveert Esther vanavond op haar feest?	Vanavond serveert Esther rum/sap op haar feest.
Wie serveert er vanavond alcoholische drank op haar feest?	Vanavond serveert Esther rum/sap op haar feest.
Welk deel van het toneel werd door Marie in brand gestoken na de voorstelling?	Na de voorstelling stak Marie het décor/deken in brand.
Wie stak na de voorstelling een deel van het toneel in brand?	Na de voorstelling stak Marie het décor/deken in brand.
Welk achtpotig dier zag Ivo vandaag door de tuin kruipen?	Vandaag zag Ivo een spin/worm door de tuin kruipen.
Wie zag vandaag een achtpotig dier door de tuin kruipen?	Vandaag zag Ivo een spin/worm door de tuin kruipen.
Welk kookgerei heeft Martijn vandaag gekocht?	Vandaag heeft Martijn een garde/zijlboot gekocht.
Wie heeft vandaag kookgerei gekocht?	Vandaag heeft Martijn een garde/zijlboot gekocht.
Welke koude lekkernij eet David vaak in het weekend?	Vaak eet David ijs/soep in het weekend.
Wie eet vaak een koude lekkernij in het weekend?	Vaak eet David ijs/soep in het weekend.
Welke papieren verstuurde Jack gisteren via de post?	Gisteren verstuurde Jack een dossier/geschenk via de post.
Wie verstuurde de papieren gisteren via de post?	Gisteren verstuurde Jack een dossier/geschenk via de post.
Welke vermomming draagt Elizabeth vanavond op het gemaskerde bal?	Vanavond draag Elizabeth een pruik/dolk op het gemaskerde bal.
Wie draagt vanavond een vermomming op het gemaskerde bal?	Vanavond draag Elizabeth een pruik/dolk op het gemaskerde bal.
In welke afgesloten ruimte ligt de hond op het moment uit te rusten?	Op het moment ligt de hond in de kooi/mand uit te rusten.
Wie ligt er op het moment in een afgesloten ruimte uit te rusten?	Op het moment ligt de hond in de kooi/mand uit te rusten.
Welk uitgestorven dier heeft Daphne daarnet in de encyclopedie opgezocht?	Daarnet heeft Daphne de dodo/zebra in de encyclopedie opgezocht.
Wie heeft daarnet een uitgestorven dier in de encyclopedie opgezocht?	Daarnet heeft Daphne de dodo/zebra in de encyclopedie opgezocht.
Welke culturele instelling heeft Mirjam vorige week bezocht?	Vorige week heeft Mirjam een museum/collega bezocht.

Appendix

Wie heeft er vorige week een culturele instelling bezocht?	Vorige week heeft Mirjam een museum/collega bezocht.
Welke onderwijskundige functie heeft Veronique vandaag aangeboden gekregen?	Vandaag heeft Veronique een baan als docent/regent aangeboden gekregen.
Wie heeft vandaag een onderwijskundige functie aangeboden gekregen?	Vandaag heeft Veronique een baan als docent/regent aangeboden gekregen.
Naar wat voor muziek luistert Wendy al uren in de auto?	Al uren luistert Wendy naar haar popmuziek/huisgenoot in de auto.
Wie luistert er al uren naar de muziek in de auto?	Al uren luistert Wendy naar haar popmuziek/huisgenoot in de auto.
Wat voor kledingstuk is Astrid verloren op het strand?	Op het strand is Astrid haar zomerjurk/wisselgeld verloren.
Wie is een kledingstuk verloren op het strand?	Op het strand is Astrid haar zomerjurk/wisselgeld verloren.
Welk strijkinstrument bespeelt Jetske in het orkest tijdens optredens?	In het orkest bespeelt Jetske de chello/dwarsfluit tijdens optredens.
Door wie wordt het strijkinstrument in het orkest bespeeld tijdens optredens?	In het orkest bespeelt Jetske de chello/dwarsfluit tijdens optredens.
Tot wat voor militaire rang is Sjoerd vorig jaar benoemd?	Vorig jaar is Sjoerd tot admiraal/econoom benoemd.
Wie is vorig jaar tot een militaire rang benoemd?	Vorig jaar is Sjoerd tot admiraal/econoom benoemd.
Welk mythisch figuur zag Louise zojuist in een boek staan?	Zojuist zag Louise een nimf/nar in een boek staan.
Wie zag zojuist een mythische figuur in een boek staan?	Zojuist zag Louise een nimf/nar in een boek staan.
Welk keukengerei heeft Jonas gisteren aangeschaft?	Gisteren heeft Jonas een rasp/keu aangeschaft.
Wie heeft gisteren het keukengerei aangeschaft?	Gisteren heeft Jonas een rasp/keu aangeschaft.
Voor welk insect is Anton altijd bang geweest?	Altijd is Anton bang voor wespen/padden geweest.
Wie is altijd bang geweest voor een insect?	Altijd is Anton bang voor wespen/padden geweest.
Welk ruimtelijk figuur heeft Rachel in haar schrift getekend?	In haar schrift heeft Rachel een kubus/zeilboot getekend.
Wie heeft een ruimtelijk figuur in haar schrift getekend?	In haar schrift heeft Rachel een kubus/zeilboot getekend.
Met welk sprookjesfiguur beleeft Hanneke voortdurend spannende avonturen?	Voortdurend beleeft Hanneke met een elf/boef spannende avonturen.
Wie beleeft voortdurend spannende avonturen met een sprookjesfiguur?	Voortdurend beleeft Hanneke met een elf/boef spannende avonturen.
Welk schaaldier bereidt de kok voor het culinaire hoogstandje?	De kok bereidt de krab/lam voor het culinaire hoogstandje.
Wie bereidt een schaaldier voor het culinaire hoogstandje?	De kok bereidt de krab/lam voor het culinaire hoogstandje.
Welk politiek leider geeft Ronald een beloning voor zijn verdienste.	Voor zijn verdienste krijgt Ronald van de keizer/hertog een beloning.
Wie krijgt van de politiek leider een beloning voor zijn verdienste?	Voor zijn verdienste krijgt Ronald van de keizer/hertog een beloning.
Welk heiligdom bewonderden de toeristen op hun vakantie?	De toeristen bewonderden de tempel/villa op hun vakantie.
Wie bewonderden een heiligdom op hun vakantie?	De toeristen bewonderden de tempel/villa op hun vakantie.
Wat voor houten bouwwerk heeft Isaac na de storm op het strand gevonden?	Na de storm heeft Isaac een wrak/schelp op het strand gevonden.
Wie heeft een houten bouwwerk op het strand gevonden na de storm?	Na de storm heeft Isaac een wrak/schelp op het strand gevonden.
Welk zeedier zag Winston tijdens het duiken in de zee?	Tijdens het duiken zag Winston een zeester/visnet in de zee.
Wie zag een zeedier tijdens het duiken in de zee?	Tijdens het duiken zag Winston een zeester/visnet in de zee.
Welke vakliteratuur stopte de advocaat in zijn koffertje?	De advocaat stopte het wetboek/flesje in zijn koffertje.
Wie stopte de vakliteratuur in zijn koffertje?	De advocaat stopte het wetboek/flesje in zijn koffertje.
Welk kunstvoorwerp heeft Tijn voor een grote som geld verkocht?	Voor een grote som geld heeft Tijn het schilderij/instituut verkocht.
Wie verkocht een kunstvoorwerp voor een grote som geld?	Voor een grote som geld heeft Tijn het schilderij/instituut verkocht.
Welk huishoudelijk apparaat gebruikt Mirella iedere week twee keer?	Iedere week gebruikt Mirella de wasmachine/tekstverwerker twee keer.
Wie gebruikt iedere week twee keer een huishoudelijk apparaat?	Iedere week gebruikt Mirella de wasmachine/tekstverwerker twee keer.
Welke computeronderdelen zijn volgens Guus nodig aan vervanging toe?	Volgens Guus zijn de toetsenborden/tafellakens nodig aan vervanging toe.
Volgens wie zijn de computeronderdelen nodig aan vervanging toe?	Volgens Guus zijn de toetsenborden/tafellakens nodig aan

	vervanging toe.
Voor pijn aan welk orgaan moet Arno vandaag naar het ziekenhuis?	Vandaag moet Arno voor zijn nier/kuit naar het ziekenhuis.
Wie moet vandaag voor pijn aan een orgaan naar het ziekenhuis?	Vandaag moet Arno voor zijn nier/kuit naar het ziekenhuis.
Door wat voor natuurramp worden de dorpbewoners verrast?	De dorpsbewoners worden door de vloedgolf/voorspoed verrast.
Wie worden door de natuurramp verrast?	De dorpsbewoners worden door de vloedgolf/voorspoed verrast.
Welke brandstof wordt volgens Rosa de laatste tijd steeds duurder?	Volgens Rosa wordt benzine/jenever de laatste tijd steeds duurder.
Volgens wie wordt brandstof de laatste tijd steeds duurder?	Volgens Rosa wordt benzine/jenever de laatste tijd steeds duurder.
Welke vetplant staat bij Hanna in de tuin?	Bij Hanna staat een cactus/anjer in de tuin.
Bij wie staat een vetplant in de tuin?	Bij Hanna staat een cactus/anjer in de tuin.
Op wat voor feestdag heeft Roderik tien jaar geleden zijn vrouw ontmoet?	Tien jaar geleden heeft Roderik zijn vrouw tijdens een bruiloft/staking ontmoet.
Wie heeft zijn vrouw tien jaar geleden op een feestdag ontmoet?	Tien jaar geleden heeft Roderik zijn vrouw tijdens een bruiloft/staking ontmoet.
Wat voor houten bouw materiaal gebruikte de gemeente om de brug te repareren?	De gemeente gebruikte balken/stenen om de brug te repareren.
Wie gebruikte houten bouw materiaal om de brug te repareren?	De gemeente gebruikte balken/stenen om de brug te repareren.
Welk zoogdier met stekels houdt ieder jaar een lange winterslaap volgens Jaap.	Volgens Jaap houdt de egel/wezel ieder jaar een lange winterslaap.
Volgens wie houdt een zoogdier met stekels ieder jaar een lange winterslaap?	Volgens Jaap houdt de egel/wezel ieder jaar een lange winterslaap.
Wat voor graan gebruikte de brouwer om zijn speciale bier te maken?	De brouwer gebruikte gerst/snoep voor zijn speciale bier.
Wie gebruikte graan om zijn speciale bier te maken?	De brouwer gebruikte gerst/snoep voor zijn speciale bier.
In wat voor uitgaansgelegenheid brachten de jongeren hun zomeravonden door?	De jongeren brachten hun zomeravonden vooral in een oude pub/truck door.
Wie brachten hun zomeravonden vooral in uitgaansgelegenheden door?	De jongeren brachten hun zomeravonden vooral in een oude pub/truck door.
Wat voor afwatering beloofde de burgemeester voor het eind van het jaar te laten bouwen?	De burgemeester beloofde voor het eind van het jaar een riool/banket te laten bouwen.
Wie beloofde voor het eind van het jaar een afwatering te laten bouwen?	De burgemeester beloofde voor het eind van het jaar een riool/banket te laten bouwen.
Wat voor smerig ongedierte vond oma in haar soep tijdens het kerstdiner?	Tijdens het kerstdiner zat er een made/botje in oma's soep.
Wie vond er smerig ongedierte in haar soep tijdens het kersdiner?	Tijdens het kerstdiner zat er een made/botje in oma's soep.
Wat voor zoetigheid kregen de kinderen toen hun vader thuis kwam?	De kinderen kregen drop/straf van hun vader toen hij thuiskwam.
Wie kregen zoetigheid toen hun vader thuiskwam?	De kinderen kregen drop/straf van hun vader toen hij thuiskwam.
In welke Nederlandse rivier is afgelopen zomer een echtpaar verdronken?	Afgelopen zomer is een echtpaar in de Waal/Nijl verdronken.
Wie is afgelopen zomer in een Nederlandse rivier verdronken?	Afgelopen zomer is een echtpaar in de Waal/Nijl verdronken.
Wat voor Italiaans gerecht bestelde Geovina in het restaurant vanmiddag?	Vanmiddag bestelde Geovina een pizza/wafel in het restaurant.
Wie bestelde een Italiaans gerecht in het restaurant vanmiddag?	Vanmiddag bestelde Geovina een pizza/wafel in het restaurant.
Wat voor kampeerspullen gebruikten de scholieren om 's nachts warm te blijven op de camping?	De scholieren gebruikten 's nachts een slaapzak/kampvuur om warm te blijven.
Wie gebruikten hun kampeerspullen om 's nachts warm te blijven op de camping?	De scholieren gebruikten 's nachts een slaapzak/kampvuur om warm te blijven.
Door wat voor noodweer worden de vluchtelingen vaak geteisterd?	De vluchtelingen worden vaak door orkanen/piraten geteisterd.
Wie worden er vaak door noodweer geteisterd?	De vluchtelingen worden vaak door orkanen/piraten geteisterd.
Wat voor acteerwerk wil Colin straks in Los Angeles gaan doen?	In Los Angeles wil Colin straks een filmster/gangster worden.
Wie wil er straks in Los Angeles acteerwerk gaan doen?	In Los Angeles wil Colin straks een filmster/gangster worden.
Met welke baan bij het leger denkt Richard later veel geld te gaan verdienen?	Later denkt Richard als marinier/crimineel veel geld te kunnen verdienen.
Wie denkt er met een baan bij het leger later veel geld te gaan verdienen?	Later denkt Richard als marinier/crimineel veel geld te kunnen verdienen.
Wat voor tempels liet sultan Saladin veel bouwen in zijn tijd?	Sultan Saladin liet veel moskeeën/lyceums bouwen in zijn tijd.
Wie liet er in zijn tijd veel tempels bouwen?	Sultan Saladin liet veel moskeeën/lyceums bouwen in zijn tijd.

Appendix

In wat voor tropisch bos zijn de kinderen verdwaald geraakt?	De kinderen zijn in een oerwoud/boomgaard verdwaald geraakt.
Wie zijn er verdwaald geraakt in een tropisch bos?	De kinderen zijn in een oerwoud/boomgaard verdwaald geraakt.
Wat voor watervogel heeft de hond van Geneviève gevangen?	De hond van Geneviève heeft een gans/duif gevangen.
Wiens hond heeft een watervogel gevangen?	De hond van Geneviève heeft een gans/duif gevangen.
In wat voor bedrijfspand wil de ondernemingsraad hun winst investeren?	De ondernemingsraad wil hun winst in een fabriek/station investeren.
Wie wil hun winst in een nieuw bedrijfspand investeren?	De ondernemingsraad wil hun winst in een fabriek/station investeren.
In wat voor versterkte vesting bracht de koning zijn laatste levensjaren door?	De koning bracht zijn laatste levensjaren in het kasteel/paleis door.
Wie bracht zijn laatste levensjaren door in een versterkte vesting?	De koning bracht zijn laatste levensjaren in het kasteel/paleis door.
Wat voor waardevol kleinood heeft Jonas van zijn grootvader geërfd vorige jaar?	Vorig jaar erfde Jonas een horloge/kolonie van zijn grootvader.
Wie heeft vorig jaar een waardevol kleinood van zijn grootvader geërfd?	Vorig jaar erfde Jonas een horloge/kolonie van zijn grootvader.
Bij wat voor open ruimte in het centrum had de menigte zich verzameld?	De menigte verzamelde zich bij een plein/poort in het centrum.
Wie hadden zich bij de open ruimte in het centrum verzameld?	De menigte verzamelde zich bij een plein/poort in het centrum.
Wat voor voorwerp vonden de kinderen tijdens het spelen in de rivier?	De kinderen vonden tijdens het spelen een bril/eend in de rivier.
Wie vonden tijdens het spelen een voorwerp in de rivier?	De kinderen vonden tijdens het spelen een bril/eend in de rivier.
Wat voor edelmetaal werd er in de jaren zeventig door Evert gedolven in de mijnen?	In de jaren zeventig vond Evert veel goud/zout in de mijnen.
Door wie werd er in de jaren zeventig veel edelmetaal gedolven in de mijnen?	In de jaren zeventig vond Evert veel goud/zout in de mijnen.
Door wat voor neerslag kon de buschauffeur niets meer zien op de weg?	De buschauffeur kon door de dichte sneeuw/rook niets meer zien op de weg.
Wie kon door de neerslag helemaal niets meer zien op de weg?	De buschauffeur kon door de dichte sneeuw/rook niets meer zien op de weg.
Wat voor sterke drank gaf de directeur zijn beste klanten graag als relatiegeschenk?	De directeur gaf zijn beste klanten graag een goede cognac/sigaar als relatiegeschenk.
Wie gaf zijn beste klanten graag drank als relatiegeschenk?	De directeur gaf zijn beste klanten graag een goede cognac/sigaar als relatiegeschenk.
Naar welk communistisch land zijn de revolutionairen na de opstand gevlucht?	Na de opstand zijn de revolutionairen naar Cuba/Utrecht gevlucht.
Wie zijn na de opstand naar een communistisch land gevlucht?	Na de opstand zijn de revolutionairen naar Cuba/Utrecht gevlucht.
Welk bovennatuurlijk wezen vroeg de priester in tijden van nood te hulp?	In tijden van nood vroeg de priester de engel/jager te hulp.
Wie vroeg in tijden van nood een bovennatuurlijk wezen te hulp?	In tijden van nood vroeg de priester de engel/jager te hulp.
Wat voor huisdier nam de oom mee voor de verjaardag van zijn neefje?	De oom nam een konijn/cadeau mee voor de verjaardag van zijn neefje.
Wie nam een huisdier mee voor de verjaardag van zijn neefje?	De oom nam een konijn/cadeau mee voor de verjaardag van zijn neefje.
Wat voor vloerbedekking moest Vladimir na de overstroming vervangen?	Na de overstroming moest Vladimir het tapijt/toilet vervangen.
Wie moest er na de overstroming de vloerbedekking vervangen?	Na de overstroming moest Vladimir het tapijt/toilet vervangen.
In wat voor openbare gelegenheid werd de president neergeschoten?	De president werd in een danstent/huurhuis neergeschoten.
Wie werd er neergeschoten in een openbare gelegenheid?	De president werd in een danstent/huurhuis neergeschoten.
Welk lid van het koningshuis werd door de ridder gered van een kwaadaardige draak?	De ridder redde de prinses/toerist van de draak.
Wie redde een lid van het koningshuis van de kwaadaardige draak?	De ridder redde de prinses/toerist van de draak.
In welke medische instelling werd Bergner uiteindelijk teruggevonden?	Uiteindelijk werd Bergner in een kliniek/kanaal teruggevonden.
Wie werd uiteindelijk teruggevonden in een medische instelling?	Uiteindelijk werd Bergner in een kliniek/kanaal teruggevonden.
Bij wat voor optreden zou Olga haar vrienden die avond ontmoeten?	Die avond zou Olga haar vrienden op het concert/perron ontmoeten.
Wie zou haar vrienden die avond bij een optreden ontmoeten?	Die avond zou Olga haar vrienden op het concert/perron ontmoeten.
Welke politiebeambte viel vanmiddag per ongeluk uit de rijdende tram?	Vanmiddag viel de rechercheur/passagier per ongeluk uit de rijdende tram.
Wie wil vanmiddag per ongeluk uit de rijdende tram?	Vanmiddag viel de rechercheur/passagier per ongeluk uit de rijdende tram.

Wat voor waardevol sieraad ontdekte de avonturier tijdens een expeditie in de jungle?	Tijdens een expeditie ontdekte de avonturier een grote parel/vlinder in de jungle.
Wie ontdekte tijdens een expeditie een waardevol sieraad in de jungle?	Tijdens een expeditie ontdekte de avonturier een grote parel/vlinder in de jungle.
Welk natuurlijk obstakel moesten de reizigers oversteken om thuis te komen?	Om thuis te komen moesten de reizigers een berg/brug oversteken.
Wie moesten om thuis te komen een natuurlijk obstakel oversteken?	Om thuis te komen moesten de reizigers een berg/brug oversteken.
Wat voor begroeiing had de buurman dit voorjaar in zijn tuin laten aanbrengen?	De buurman had dit voorjaar gras/zand in zijn tuin laten aanbrengen
Wie had dit voorjaar begroeiing in zijn tuin laten aanbrengen?	De buurman had dit voorjaar gras/zand in zijn tuin laten aanbrengen
Wat voor sportieve hobby beoefent Clara in haar vrije tijd veel met haar vriendinnen?	In haar vrij tijd gaat Clara vaak klimmen/koken met haar vriendinnen.
Wie beoefent in haar vrije tijd vaak een sportieve hobby met haar vriendinnen?	In haar vrij tijd gaat Clara vaak klimmen/koken met haar vriendinnen.
Welk metaal wordt door Alex gebruikt voor de klus?	Alex gebruikt ijzer/modder voor de klus.
Wie gebruikt er metaal voor de klus?	Alex gebruikt ijzer/modder voor de klus.
Wat voor boek pakt Jessica voorzichtig uit de kast?	Voorzichtig pakt Jessica het studieboek/strijkijzer uit de kast.
Wie pakt het boek voorzichtig uit de kast?	Voorzichtig pakt Jessica het studieboek/strijkijzer uit de kast.
Wat voor soort plant zet Amy op haar bureau neer?	Op haar bureau zet Amy de klimplant/zaklamp neer.
Wie zet de plant op haar bureau neer?	Op haar bureau zet Amy de klimplant/zaklamp neer.
Wat voor apparaten gooide Kamiel die middag uit het raam?	Die middag gooide Kamiel verschillende computers/gordijnen uit het raam.
Wie gooide die middag verschillende apparaten uit het raam?	Die middag gooide Kamiel verschillende computers/gordijnen uit het raam.
Wat voor soort sieraad is Mienke vandaag verloren?	Vandaag is Mienke haar armband/vlieger verloren.
Wie is het sieraad vandaag verloren?	Vandaag is Mienke haar armband/vlieger verloren.
Wat voor speelgoed heeft Robin vandaag gekocht?	Vandaag heeft Robin een pop/trui gekocht
Wie heeft het speelgoed vandaag gekocht?	Vandaag heeft Robin een pop/trui gekocht
Op welk speeltoestel vermaakten de kinderen zich vanmiddag prima?	De kinderen vermaakten zich prima op de schommel/landweg vanmiddag.
Wie vermaakten zich vanmiddag prima op het speeltoestel?	De kinderen vermaakten zich prima op de schommel/landweg vanmiddag.
Welk haarproduct ligt bij Remy in de badkamer?	Bij Remy ligt de haarlak/badmat in de badkamer.
Bij wie ligt het haarproduct in de badkamer?	Bij Remy ligt de haarlak/badmat in de badkamer.
Wat voor zitmeubel heeft Ineke zojuist in de hoek van de kamer gezet?	Zojuist heeft Ineke de bank/trap in de hoek van de kamer gezet.
Wie heeft het zitmeubel zojuist in de hoek van de kamer gezet?	Zojuist heeft Ineke de bank/trap in de hoek van de kamer gezet.
Wat voor feestartikel verkoopt Tara sinds kort in haar winkel?	Sinds kort verkoopt Tara slingers/fakkels in haar winkel.
Wie verkoopt het feestartikel sinds kort in haar winkel?	Sinds kort verkoopt Tara slingers/fakkels in haar winkel.
Welk gereedschap had de crimineel op de plaats delict achtergelaten?	De crimineel had de koevoet/geldzak op de plaats delict achtergelaten.
Wie had het gereedschap op de plaats delict achtergelaten?	De crimineel had de koevoet/geldzak op de plaats delict achtergelaten.
Wat voor rode edelsteen verwerkt de kunstenaar dit keer in zijn werk?	Dit keer verwerkt de kunstenaar robijn/smaragd in zijn werk.
Wie verwerkt de rode edelsteen dit keer in zijn werk?	Dit keer verwerkt de kunstenaar robijn/smaragd in zijn werk.
Welke roofdieren had Frederik gevoerd in de dierentuin?	In de dierentuin heeft Frederik wolven/apen gevoerd.
Wie heeft in de dierentuin roofdieren gevoerd?	In de dierentuin heeft Frederik wolven/apen gevoerd.
Welk gebouw op Gloria's ranch is ingestort tijdens de aardbeving?	Tijdens de aardbeving is de schuur/wijk van Gloria ingestort.
Op wiens ranch is een gebouw ingestort tijdens de aardbeving?	Tijdens de aardbeving is de schuur/wijk van Gloria ingestort.
In welke stad in het midden van het land gaat Johan volgend jaar naar de universiteit?	Volgend jaar gaat Johan in Utrecht/Groningen naar de universiteit.
Wie gaat er volgend jaar naar de universiteit in een stad in het midden van het land?	Volgend jaar gaat Johan in Utrecht/Groningen naar de universiteit.

Appendix

Op welke gigantische zeezoogdieren joeg Achab vroeger op de stille Zuidzee?	Vroeger joeg Achab op walvissen/zeehonden op de stille Zuidzee.
Wie joeg er vroeger op de stille Zuidzee op gigantische zeezoogdieren?	Vroeger joeg Achab op walvissen/zeehonden op de stille Zuidzee.
Welke natuurlijke zoetstof verkocht de marktkoopman op de markt in het dorp?	De marktkoopman verkocht honing/zoethout op de markt in het dorp.
Wie verkocht natuurlijke zoetstof op de markt in het dorp?	De marktkoopman verkocht honing/zoethout op de markt in het dorp.
Wat voor hulpgoederen delen de soldaten uit aan de dorpingen?	De soldaten delen voedsel/wapens uit aan de dorpingen.
Wie delen hulpgoederen uit aan de dorpingen?	De soldaten delen voedsel/wapens uit aan de dorpingen.
Wat voor kunstzinnig beroep wil Philip na zijn opleiding gaan doen?	Na zijn opleiding wil Philip graag dichter/leraar worden.
Wie wil na zijn opleiding een kunstzinnig beroep gaan doen?	Na zijn opleiding wil Philip graag dichter/leraar worden.
Welk deel van zijn been had Edwin tijdens het voetballen beschadigd?	Tijdens het voetballen had Edwin zijn knie/tand beschadigd.
Wie had tijdens het voetballen een deel van zijn been beschadigd?	Tijdens het voetballen had Edwin zijn knie/tand beschadigd.
Welk fietsonderdeel moet Sandra binnenkort laten repareren?	Binnenkort moet Sandra haar spatbord/luchtbed laten repareren.
Wie moet het fietsonderdeel binnenkort laten repareren?	Binnenkort moet Sandra haar spatbord/luchtbed laten repareren.
Welk vervoermiddel staat bij Lotte in de schuur?	Bij Lotte staat een motor/koffer in de schuur.
Bij wie staat er een vervoermiddel in de schuur?	Bij Lotte staat een motor/koffer in de schuur.
Wat voor straatverlichting staat er volgens Rens op het marktplein?	Volgens Rens staat er een lantaarnpaal/artieste op het marktplein.
Volgens wie staat de straatverlichting op het marktplein?	Volgens Rens staat er een lantaarnpaal/artieste op het marktplein.
Welk weersverschijnsel verpestte voor Renée het uitje?	Voor Renée verpestte de regenbui/reisleider het uitje.
Voor wie verpestte het weersverschijnsel het uitje?	Voor Renée verpestte de regenbui/reisleider het uitje.
Door wat voor weekdier is Vincent gestoken dit weekend?	Dit weekend is Vincent door een kwal/rups gestoken.
Wie is dit weekend gestoken door een weekdier?	Dit weekend is Vincent door een kwal/rups gestoken.
Welke roofvogel bewonderen de schoolkinderen tijdens hun schoolreis?	De schoolkinderen bewonderen de gier/mees tijdens hun schoolreis.
Wie bewonderen de roofvogel tijdens hun schoolreis?	De schoolkinderen bewonderen de gier/mees tijdens hun schoolreis.
Wat voor natuurgebied bezoekt Martha vaak in haar vrije tijd?	Vaak bezoekt Martha het park/hof in haar vrije tijd.
Wie bezoekt het natuurgebied vaak in haar vrije tijd?	Vaak bezoekt Martha het park/hof in haar vrije tijd.
Welke peulvrucht gebruikt vaak Fiona om soap van te maken?	Vaak gebruikt Fiona spliterwt/enknolvenkels om soap van te maken.
Wie gebruikt peulvruchten om soap van te maken?	Vaak gebruikt Fiona spliterwt/enknolvenkels om soap van te maken.
Welk zuivelproduct is Roselinde daarnet vergeten te kopen?	Daarnet is Roselinde vergeten boter/groente te kopen.
Wie is daarnet vergeten een zuivelproduct te kopen?	Daarnet is Roselinde vergeten boter/groente te kopen.
Voor welke feestelijke gebeurtenis is Dominique gisteren uitgenodigd?	Gisteren is Dominique voor de verjaardag/verkiezing uitgenodigd.
Wie is gisteren voor een feestelijke gebeurtenis uitgenodigd?	Gisteren is Dominique voor de verjaardag/verkiezing uitgenodigd.
Welke kappersbenodigdheid heeft Ingeborg voorzichtig op de kaptafel gelegd?	Voorzichtig heeft Ingeborg de schaar/zalf op de kaptafel gelegd.
Wie heeft er een kappersbenodigdheid voorzichtig op de kaptafel gelegd?	Voorzichtig heeft Ingeborg de schaar/zalf op de kaptafel gelegd.
Wat voor nachtdier zocht Yvette vannacht in de bossen?	Vannacht zocht Yvette de uil/pauw in de bossen.
Wie zocht het nachtdier vannacht in de bossen?	Vannacht zocht Yvette de uil/pauw in de bossen.
Welk watersportartikel neemt Brigitte vandaag mee naar het strand?	Vandaag neemt Brigitte haar waterski/waterfles mee naar het strand.
Wie neemt vandaag het watersportartikel mee naar het strand?	Vandaag neemt Brigitte haar waterski/waterfles mee naar het strand.
Welk identiteitsbewijs moet Ferdinand morgen niet vergeten mee te nemen?	Morgen moet Ferdinand niet vergeten zijn paspoort/weekblad mee te nemen.
Wie moet morgen niet vergeten zijn identiteitsbewijs mee te nemen?	Morgen moet Ferdinand niet vergeten zijn paspoort/weekblad mee te nemen.

Wat voor lesgebouw werd door de luchtmacht per ongeluk gebombardeerd in de oorlog?	In de oorlog heeft de luchtmacht per ongeluk een school/kerk gebombardeerd.
Wie bombardeerde in de oorlog per ongeluk een lesgebouw?	In de oorlog heeft de luchtmacht per ongeluk een school/kerk gebombardeerd.
Wat voor glaswerk moest Nancy die middag wassen?	Die middag moest Nancy de ramen/muren wassen.
Wie moest die middag het glaswerk wassen?	Die middag moest Nancy de ramen/muren wassen.
Welk wit dier woont volgens Midas op de Noordpool?	Volgens Midas woont de ijsbeer/pinguïn op de Noordpool.
Wie zegt dat op de Noordpool witte dieren wonen?	Volgens Midas woont de ijsbeer/pinguïn op de Noordpool.
Door wat voor vogel was Willy's pizza gestolen op het strand?	De pizza van Willy was door een zeemeeuw/waaghals gestolen op het strand.
Wiens pizza was op het strand gestolen door een vogel ?	De pizza van Willy was door een zeemeeuw/waaghals gestolen op het strand.
Wat voor glazen voorwerp gebruikte Anita als wapen tijdens de vechtpartij?	Tijdens de vechtpartij gebruikte Anita een bierfles/knipmes als wapen.
Wie gebruikte tijdens de vechtpartij een glazen voorwerp als wapen?	Tijdens de vechtpartij gebruikte Anita een bierfles/knipmes als wapen.
Door wat voor horror-figuur werd Matthijs aangevallen in het steegje?	In het steegje werd Matthijs door een zombie/bulldog aangevallen.
Wie werd er in het steegje aangevallen door een horror-figuur?	In het steegje werd Matthijs door een zombie/bulldog aangevallen.
Wat voor sprookjesdier had Ismaël vorige week gevangen in zijn visnet?	Vorige week had Ismaël een eenhoorn/bakvis gevangen in zijn visnet.
Wie had vorige week een sprookjesdier gevangen in zijn visnet?	Vorige week had Ismaël een eenhoorn/bakvis gevangen in zijn visnet.
Wat voor massavernietigingswapens heeft Noord-Korea volgens Bush ontwikkeld?	Volgens Bush heeft Noord-Korea kernkoppen/landmijnen ontwikkeld.
Volgens wie heeft Noord-Korea massavernietigingswapens ontwikkeld?	Volgens Bush heeft Noord-Korea kernkoppen/landmijnen ontwikkeld.
Wat voor sinaasappeldrank is de favoriete frisdrank van Lia?	Volgens Lia is sinas/cassis de beste frisdrank.
Wie vind sinaasappeldrank de beste frisdrank?	Volgens Lia is sinas/cassis de beste frisdrank.
Wat voor landbouw is de primaire bron van inkomsten in Meppel?	In Meppel is tuinbouw/mijnbouw de grootste inkomstenbron.
In welke stad is landbouw de primaire bron van inkomsten?	In Meppel is tuinbouw/mijnbouw de grootste inkomstenbron.
Wat voor baksel liet Eefje op de grond vallen tijdens het feestje?	Tijdens het feestje liet Eefje een taart/vaas op de grond vallen.
Wie liet tijdens het feestje het baksel op de grond vallen?	Tijdens het feestje liet Eefje een taart/vaas op de grond vallen.
In wat voor water is Pim gevallen toen hij een kleuter was?	Toen hij een kleuter was is Pim in een sloot/hol gevallen.
Wie is in het water gevallen toen hij een kleuter was?	Toen hij een kleuter was is Pim in een sloot/hol gevallen.
Wat voor plantaardig materiaal gebruikte Jacob vroeger vaak om zijn hut te bedekken?	Vroeger gebruikte Jacob vaak riet/zeil om zijn hut te bedekken.
Wie gebruikte vroeger vaak plantaardig materiaal om zijn hut te bedekken?	Vroeger gebruikte Jacob vaak riet/zeil om zijn hut te bedekken.
Wat voor gevogelte serveerde de Hertog aan zijn gasten?	De Hertog serveerde een geroosterde haan/ham aan zijn gasten.
Wie serveerde gevogelte aan zijn gasten?	De Hertog serveerde een geroosterde haan/ham aan zijn gasten.
Welk digitaal toestel wil Xander volgende week meenemen op vakantie?	Volgende week wil Xander zijn videocamera/olieverfschildering meenemen op vakantie.
Wie wil volgende week een digitaal toestel meenemen op vakantie?	Volgende week wil Xander zijn videocamera/olieverfschildering meenemen op vakantie.
Naar welk muzikaal toneelstuk wil Hans morgen toe?	Volgende week wil Hans naar de musical/aartshertog toe.
Wie wil morgen naar het muzikale toneelstuk toe?	Volgende week wil Hans naar de musical/aartshertog toe.
Welk deel van een menselijk skelet hebben de archeologen vandaag opgegraven?	Vandaag hebben de archeologen een schedel/masker opgegraven.
Wie hebben vandaag een deel van het menselijk skelet opgegraven?	Vandaag hebben de archeologen een schedel/masker opgegraven.
Wat voor soort cosmetica heeft Isabel vanochtend in haar tas gestopt?	Vanochtend heeft Isabel de oogschaduw/krentenbol in haar tas gestopt.
Wie heeft de cosmetica vanochtend in haar tas gestopt?	Vanochtend heeft Isabel de oogschaduw/krentenbol in haar tas gestopt.
Wat voor farmaceutica gebruikt Brenda normaal om de dag mee te beginnen?	Normaal gebruikt Brenda pijnstillers/rietsuiker om de dag mee te beginnen.
Wie gebruikt er normaal vaak farmaceutica om de dag mee te beginnen?	Normaal gebruikt Brenda pijnstillers/rietsuiker om de dag mee te beginnen.

Appendix

Wat voor vaartuig kreeg Eduard voor zijn achttiende verjaardag van zijn ouders?	Voor zijn achttiende verjaardag kreeg Eduard een motorboot/motorfiets van zijn ouders.
Wie kreeg voor zijn achttiende verjaardag een vaartuig van zijn ouders?	Voor zijn achttiende verjaardag kreeg Eduard een motorboot/motorfiets van zijn ouders.
Welk deel van zijn oog had Jean tijdens het motorongeluk beschadigd?	Tijdens het motorongeluk had Jean zijn netvlies/knokkels beschadigd.
Wie had een deel van zijn oog beschadigd tijdens het motorongeluk?	Tijdens het motorongeluk had Jean zijn netvlies/knokkels beschadigd.
Op wat voor weg was Floris in beschonken toestand tegen een boom gereden?	In beschonken toestand was Floris op een autoweg/festival tegen een boom gereden.
Wie was er op de weg in beschonken toestand tegen een boom gereden?	In beschonken toestand was Floris op een autoweg/festival tegen een boom gereden.
Wat voor vlees at Charles altijd de avond voor een belangrijke wedstrijd?	Voor een belangrijke wedstrijd at Charles altijd een biefstuk 's/broodje 's avonds.
Wie at er 's avonds voor een belangrijke wedstrijd altijd vlees?	Voor een belangrijke wedstrijd at Charles altijd een biefstuk 's/broodje 's avonds.
Wat voor gevaarlijk roofdier hield Danny in een terrarium in zijn garage?	In zijn garage hield Danny een krokodil/hagedis in een terrarium.
Wie hield een gevaarlijk roofdier in een terrarium in zijn garage?	In zijn garage hield Danny een krokodil/hagedis in een terrarium.
Wat voor drinkgerei is Pia op het moment aan het schoonmaken?	Op het moment is Pia de beker/ladder aan het schoonmaken.
Wie is het drinkgerei op het moment aan het schoonmaken?	Op het moment is Pia de beker/ladder aan het schoonmaken.
Wat voor bloemen kweekt Myrna met veel plezier in de achtertuin?	Met veel plezier kweekt Myrna boterbloemen/sojabonen in de achtertuin.
Wie kweekt met veel plezier bloemen in de achtertuin?	Met veel plezier kweekt Myrna boterbloemen/sojabonen in de achtertuin.
Met wat voor literaire kunstvorm hield William zich vroeger vooral bezig?	Vroeger hield William zich vooral bezig met romans/muziek schrijven.
Wie hield zich vroeger vooral met een literaire kunstvorm bezig?	Vroeger hield William zich vooral bezig met romans/muziek schrijven.
Welke onschuldige omstanders werden door de raketaanval van het leger vooral geraakt?	Het leger raakte vooral burgers/vijanden met hun raketaanval.
Wie raakte met hun raketaanval vooral onschuldige omstanders?	Het leger raakte vooral burgers/vijanden met hun raketaanval.
Welk schaakstuk heeft Jeffrey daarnet geslagen?	Daarnet heeft Jeffrey een pion/poet geslagen.
Wie heeft daarnet een schaakstuk geslagen?	Daarnet heeft Jeffrey een pion/poet geslagen.
Van welke politieke stroming is Carl op de universiteit al snel lid geworden?	Op de universiteit is Carl al snel een marxist/genie geworden.
Wie werd op de universiteit al snel lid van een politieke stroming?	Op de universiteit is Carl al snel een marxist/genie geworden.
Tegen wat voor weggebruiker is Jurian door zijn onoplettendheid aangerezen?	Door zijn onoplettendheid is Jurian tegen een brommer/boomstam aangerezen.
Wie is door zijn onoplettendheid tegen een andere weggebruiker aangerezen?	Door zijn onoplettendheid is Jurian tegen een brommer/boomstam aangerezen.
In wat voor ondergrondse ruimte schuilde George voor de bombardementen in de oorlog?	In de oorlog schuilde George in een bunker/landhui voor de bombardementen.
Wie schuilde in een ondergrondse ruimte voor de bombardementen?	In de oorlog schuilde George in een bunker/landhui voor de bombardementen.
Op welk tropisch eiland besloot Harold vorig jaar een boerderij te beginnen?	Vorig jaar besloot Harold om op Aruba/Texel een boerderij te beginnen.
Wie besloot vorig jaar om op een tropisch eiland een boerderij te beginnen?	Vorig jaar besloot Harold om op Aruba/Texel een boerderij te beginnen.
Wat voor specerijen nam Christopher na zijn reis mee vanuit het buitenland?	Na zijn reis nam Christopher kaneel/ivoor mee vanuit het buitenland.
Wie nam na zijn reis veel specerijen mee vanuit het buitenland?	Na zijn reis nam Christopher kaneel/ivoor mee vanuit het buitenland.

Appendix 3: Experimental materials for Chapter 4

Type	Materials
Question	Wie nuttigde een gezonde maaltijd?/Wat nuttigde men in de kantine?
Answer	In de kantine nuttigden de zeer hongerige studenten een gezonde maaltijd.
Answer	In de kantine nuttigden de hongerige zeer studenten een gezonde maaltijd.
Answer	In de kantine nuttigde de zeer hongerige studenten een gezonde maaltijd.
Question	Wie bestuurde het vliegtuig in de cockpit?/Wat bestuurde men in de cockpit?
Answer	In de cockpit bestuurden de nauwelijks uitgeruste piloten het vliegtuig.
Answer	In de cockpit bestuurden de uitgeruste nauwelijks piloten het vliegtuig.
Answer	In de cockpit bestuurde de nauwelijks uitgeruste piloten het vliegtuig.
Question	Wie gooide een zadel over de paardenrug?/Wat gooide men over de paardenrug?
Answer	Over de paardenrug gooiden de voorheen taai cowboys een zadel.
Answer	Over de paardenrug gooiden de taai voorheen cowboys een zadel.
Answer	Over de paardenrug gooide de voorheen taai cowboys een zadel.
Question	Wie betaalde de boete zonder blikken of blozen?/Wat betaalde men zonder blikken of blozen?
Answer	Zonder blikken of blozen betaalden de haastig wegfietssende pubers de boete.
Answer	Zonder blikken of blozen betaalden de wegfietssende haastig pubers de boete.
Answer	Zonder blikken of blozen betaalde de haastig wegfietssende pubers de boete.
Question	Wie probeerde een nieuw parfum in het warenhuis?/Wat probeerde men in het warenhuis?
Answer	In het warenhuis probeerden de zwaar opgemaakte vrouwen een nieuw parfum.
Answer	In het warenhuis probeerden de opgemaakte zwaar vrouwen een nieuw parfum.
Answer	In het warenhuis probeerde de zwaar opgemaakte vrouwen een nieuw parfum.
Question	Wie plukte mooie vruchten uit de pruimenboom?/Wat plukte men uit de pruimenboom?
Answer	Uit de pruimenboom plukten de slecht betaalde werkers mooie vruchten.
Answer	Uit de pruimenboom plukten de betaalde slecht werkers mooie vruchten.
Answer	Uit de pruimenboom plukte de slecht betaalde werkers mooie vruchten.
Question	Wie gebruikte de zaklamp in het donkere bos?/Wat gebruikte men in het donkere bos?
Answer	In het donkere bos gebruikten de hysterisch gillende nichtjes de zaklamp.
Answer	In het donkere bos gebruikten de gillende hysterisch nichtjes de zaklamp.
Answer	In het donkere bos gebruikte de hysterisch gillende nichtjes de zaklamp.
Question	Wie oogstte boze blikken tijdens het toneelstuk?/Wat oogstte men tijdens het toneelstuk?
Answer	Tijdens het toneelstuk oogstten de nodeloos lachende mensen boze blikken.
Answer	Tijdens het toneelstuk oogstten de lachende nodeloos mensen boze blikken.
Answer	Tijdens het toneelstuk oogstte de nodeloos lachende mensen boze blikken.
Question	Wie vertelde de laatste roddels na de vakantie?/Wat vertelde men na de vakantie?
Answer	Na de vakantie vertelden de zachtjes pratende collega's de laatste roddels.
Answer	Na de vakantie vertelden de pratende zachtjes collega's de laatste roddels.
Answer	Na de vakantie vertelde de zachtjes pratende collega's de laatste roddels.
Question	Wie pakte de reddingsboei in het water?/Wat pakte men in het water?
Answer	In het water pakten de overboord gevallen vissers de reddingsboei.
Answer	In het water pakten de gevallen overboord vissers de reddingsboei.
Answer	In het water pakte de overboord gevallen vissers de reddingsboei.
Question	Wie bemerkte een riviertje onder zich?/Wat bemerkte men onder zich?
Answer	Onder zich bemerkten de achterover hellende abseilers een riviertje.
Answer	Onder zich bemerkten de hellende achterover abseilers een riviertje.
Answer	Onder zich bemerkte de achterover hellende abseilers een riviertje.

Appendix

Question	Wie speelde de bekendste nummers tijdens het concert?/Wat speelde men tijdens het concert?
Answer	Tijdens het concert speelden de grandioos succesvolle bandleden de bekendste nummers.
Answer	Tijdens het concert speelden de succesvolle grandioos bandleden de bekendste nummers.
Answer	Tijdens het concert speelde de grandioos succesvolle bandleden de bekendste nummers.
Question	Wie bouwde een nestje in de oude eikenboom?/Wat bouwde men in de oude eikenboom?
Answer	In de oude eikenboom bouwden de fel gekleurde vogels een nestje.
Answer	In de oude eikenboom bouwden de gekleurde fel vogels een nestje.
Answer	In de oude eikenboom bouwde de fel gekleurde vogels een nestje.
Question	Wie parkeerde een tractor achter de schuur?/Wat parkeerde men achter de schuur?
Answer	Achter de schuur parkeerden de behoorlijk oude boeren een tractor.
Answer	Achter de schuur parkeerden de oude behoorlijk boeren een tractor.
Answer	Achter de schuur parkeerde de behoorlijk oude boeren een tractor.
Question	Wie verstopte de buit na de overval?/Wat verstopte men na de overval?
Answer	Na de overval verstopten de geheel tevreden rovers de buit.
Answer	Na de overval verstopten de tevreden geheel rovers de buit.
Answer	Na de overval verstopte de geheel tevreden rovers de buit.
Question	Wie regelde de operatie in de operatiezaal?/Wat regelde men in de operatiezaal?
Answer	In de operatiezaal regelden de zeer nauwkeurige dokters de operatie.
Answer	In de operatiezaal regelden de nauwkeurige zeer dokters de operatie.
Answer	In de operatiezaal regelde de zeer nauwkeurige dokters de operatie.
Question	Wie plakte de fietsband bijna dagelijks?/Wat plakte men bijna dagelijks?
Answer	Bijna dagelijks plakten de zeer geroutineerde fietsers een fietsband.
Answer	Bijna dagelijks plakten de geroutineerde zeer fietsers een fietsband.
Answer	Bijna dagelijks plakte de zeer geroutineerde fietsers een fietsband.
Question	Wie pakte een egeltje op zonder handschoenen?/Wat pakte men op zonder handschoenen?
Answer	Zonder handschoenen pakten de verwilderd ogende gozers een egeltje op.
Answer	Zonder handschoenen pakten de ogende verwilderd gozers een egeltje op.
Answer	Zonder handschoenen pakte de verwilderd ogende gozers een egeltje op.
Question	Wie bewoonde de vuurtoren op Ameland?/Wat bewoonde men op Ameland?
Answer	Op Ameland bewoonden de wat oudere weduwes de vuurtoren.
Answer	Op Ameland bewoonden de oudere wat weduwes de vuurtoren.
Answer	Op Ameland bewoonde de wat oudere weduwes de vuurtoren.
Question	Wie plantte een rij boompjes rondom het huis?/Wat plantte men rondom het huis?
Answer	Rondom het huis plantten de snel scheppende eigenaren een rij boompjes.
Answer	Rondom het huis plantten de scheppende snel eigenaren een rij boompjes.
Answer	Rondom het huis plantte de snel scheppende eigenaren een rij boompjes.
Question	Wie verzamelde alle bananen afgelopen zaterdag?/Wat verzamelde men afgelopen zaterdag?
Answer	Afgelopen zaterdag verzamelden de zwaar behaarde telers alle bananen.
Answer	Afgelopen zaterdag verzamelden de behaarde zwaar telers alle bananen.
Answer	Afgelopen zaterdag verzamelde de zwaar behaarde telers alle bananen.
Question	Wie opende twee balies in de stationshal?/Wat opende men in de stationshal?
Answer	In de stationshal openden de pas uitgebreide bedrijven twee balies.
Answer	In de stationshal openden de uitgebreide pas bedrijven twee balies.
Answer	In de stationshal opende de pas uitgebreide bedrijven twee balies.
Question	Wie draaide dubbele overuren in de winter?/Wat draaide men in de winter?
Answer	In de winter draaiden de onlangs aangenomen vakmannen dubbele overuren.
Answer	In de winter draaiden de aangenomen onlangs vakmannen dubbele overuren.
Answer	In de winter draaide de onlangs aangenomen vakmannen dubbele overuren.
Question	Wie ramde de rotsen met volle vaart?/Wat ramde men met volle vaart?

Answer	Met volle vaart ramden de tamelijk zwaarbeladen schepen de rotsen.
Answer	Met volle vaart ramden de zwaarbeladen tamelijk schepen de rotsen.
Answer	Met volle vaart ramde de tamelijk zwaarbeladen schepen de rotsen.
Question	Wie knipte de kaartjes?/Wat knipten de knapen in de stoptrein?
Answer	In de stoptrein knipten de overdreven strenge knapen de kaartjes.
Answer	In de stoptrein knipten de strenge overdreven knapen de kaartjes.
Answer	In de stoptrein knipte de overdreven strenge knapen de kaartjes.
Question	Wie vierde de overwinning?/Wat vierde men direct na de wedstrijd?
Answer	Direct na de wedstrijd vierden de volledig uitgeputte hockeyers de overwinning.
Answer	Direct na de wedstrijd vierden de uitgeputte volledig hockeyers de overwinning.
Answer	Direct na de wedstrijd vierde de volledig uitgeputte hockeyers de overwinning.
Question	Wie bouwde een nieuw klimrek op veler verzoek?/Wat bouwde men op veler verzoek?
Answer	Op veler verzoek bouwden de praktisch ingestelde meesters een nieuw klimrek.
Answer	Op veler verzoek bouwden de ingestelde praktisch meesters een nieuw klimrek.
Answer	Op veler verzoek bouwde de praktisch ingestelde meesters een nieuw klimrek.
Question	Wie rolde een shagje om te kalmeren?/Wat rolde men om te kalmeren?
Answer	Om te kalmeren rolden de achteraf belazerde klanten een shagje.
Answer	Om te kalmeren rolden de belazerde achteraf klanten een shagje.
Answer	Om te kalmeren rolde de achteraf belazerde klanten een shagje.
Question	Wie speelde een simpele rol in de reclame?/Wat speelde men in de reclame?
Answer	In de reclame speelden de eens succesvolle diva's een simpele rol.
Answer	In de reclame speelden de succesvolle eens diva's een simpele rol.
Answer	In de reclame speelde de eens succesvolle diva's een simpele rol.
Question	Wie speelde bekende nummers in de feesttent?/Wat speelde men in de feesttent?
Answer	In de feesttent speelden de non-stop geboekte feestbands bekende nummers.
Answer	In de feesttent speelden de geboekte non-stop feestbands bekende nummers.
Answer	In de feesttent speelde de non-stop geboekte feestbands bekende nummers.
Question	Wie leegde de kluisjes bedroefd?/Wat leegde men bedroefd?
Answer	Bedroefd leegden de overhaast ontslagen dagloners de kluisjes.
Answer	Bedroefd leegden de ontslagen overhaast dagloners de kluisjes.
Answer	Bedroefd leegde de overhaast ontslagen dagloners de kluisjes.
Question	Wie bestelde een ijsje tijdens het uitje?/Wat bestelde men tijdens het uitje?
Answer	Tijdens het uitje bestelden de zwaar gehandicapte zoontjes een ijsje.
Answer	Tijdens het uitje bestelden de gehandicapte zwaar zoontjes een ijsje.
Answer	Tijdens het uitje bestelde de zwaar gehandicapte zoontjes een ijsje.
Question	Wie verlaagde de tarieven door de recessie?/Wat verlaagde men door de recessie?
Answer	Door de recessie verlaagden de voorheen onbetaalbare adviseurs de tarieven.
Answer	Door de recessie verlaagden de onbetaalbare voorheen adviseurs de tarieven.
Answer	Door de recessie verlaagde de voorheen onbetaalbare adviseurs de tarieven.
Question	Wie maakte veel kilometers tijdens de Nijmeegse Vierdaagse?/Wat maakte men tijdens de Nijmeegse Vierdaagse?
Answer	Tijdens de Nijmeegse Vierdaagse maakten de heel sportieve lopers veel kilometers.
Answer	Tijdens de Nijmeegse Vierdaagse maakten de sportieve heel lopers veel kilometers.
Answer	Tijdens de Nijmeegse Vierdaagse maakte de heel sportieve lopers veel kilometers.
Question	Wie organiseerde meteen een housewarming?/Wat organiseerde men meteen?
Answer	Meteen organiseerden de gisteren verhuisde burens een housewarming.
Answer	Meteen organiseerden de verhuisde gisteren burens een housewarming.
Answer	Meteen organiseerde de gisteren verhuisde burens een housewarming.
Question	Wie leegde de containers in de vuilniswagen?/Wat leegde men in de vrachtwagen?
Answer	In de vrachtwagen leegden de efficiënt werkende arbeiders de containers.

Appendix

Answer	In de vrachtwagen leegden de werkende efficiënt arbeiders de containers.
Answer	In de vrachtwagen leegde de efficiënt werkende arbeiders de containers.
Question	Wie bevrijdde een dorp tijdens de oorlog?/Wat bevrijdde men tijdens de oorlog?
Answer	Tijdens de oorlog bevrijdden de ongelooflijk heldhaftige krijgers een dorp.
Answer	Tijdens de oorlog bevrijdden de heldhaftige ongelooflijk krijgers een dorp.
Answer	Tijdens de oorlog bevrijdde de ongelooflijk heldhaftige krijgers een dorp.
Question	Wie meerde de boot aan in de haven?/Wat meerde men in de haven aan?
Answer	In de haven meerden de pas vertrokken zeebonken de boot aan.
Answer	In de haven meerden de vertrokken pas zeebonken de boot aan.
Answer	In de haven meerde de pas vertrokken zeebonken de boot aan.
Question	Wie opende de autoramen in de file?/Wat opende men in de file?
Answer	In de file openden de lekker uitgeruste reizigers de autoramen.
Answer	In de file openden de uitgeruste lekker reizigers de autoramen.
Answer	In de file opende de lekker uitgeruste reizigers de autoramen.
Question	Wie ritste de tent dicht op het grasveld?/Wat ritste men dicht op het grasveld?
Answer	Op het grasveld ritsten de zeer vermoeide hikers de tent dicht.
Answer	Op het grasveld ritsten de vermoeide zeer hikers de tent dicht.
Answer	Op het grasveld ritste de zeer vermoeide hikers de tent dicht.
Question	Wie maakte een mooie praalwagen in de werkplaats?/Wat maakte men in de werkplaats?
Answer	In de werkplaats maakten de vrijwillig werkende kerels een mooie praalwagen.
Answer	In de werkplaats maakten de werkende vrijwillig kerels een mooie praalwagen.
Answer	In de werkplaats maakte de vrijwillig werkende kerels een mooie praalwagen.
Question	Wie verschoonde de bedden in het hotel?/Wat verschoonde men in het hotel?
Answer	In het hotel verschoonden de hard werkende vrouwtjes de bedden.
Answer	In het hotel verschoonden de werkende hard vrouwtjes de bedden.
Answer	In het hotel verschoonde de hard werkende vrouwtjes de bedden.
Question	Wie benoemde een directeur tijdens de vergadering?/Wat benoemde men tijdens de vergadering?
Answer	Tijdens de vergadering benoemden de vlijtig werkende leiders een directeur.
Answer	Tijdens de vergadering benoemden de werkende vlijtig leiders een directeur.
Answer	Tijdens de vergadering benoemde de vlijtig werkende leiders een directeur.
Question	Wie vierde de benoeming vol trots?/Wat vierde men vol trots?
Answer	Vol trots vierden de zojuist bevorderde elftallen de benoeming.
Answer	Vol trots vierden de bevorderde zojuist elftallen de benoeming.
Answer	Vol trots vierde de zojuist bevorderde elftallen de benoeming.
Question	Wie bekende de daad met een gevoel van schaamte?/Wat bekende men met een gevoel van schaamte?
Answer	Met een gevoel van schaamte bekenden de schuldig verklaarde meiden de daad.
Answer	Met een gevoel van schaamte bekenden de verklaarde schuldig meiden de daad.
Answer	Met een gevoel van schaamte bekende de schuldig verklaarde meiden de daad.
Question	Wie opende mijnen in het noorden?/Wat opende men in het noorden?
Answer	In het noorden openden de eensklaps steenrijke sjeiks enkele mijnen.
Answer	In het noorden openden de steenrijke eensklaps sjeiks enkele mijnen.
Answer	In het noorden opende de eensklaps steenrijke sjeiks enkele mijnen.
Question	Wie vertaalde alle gesprekken vroeger?/Wat vertaalde men vroeger?
Answer	Vroeger vertaalden de desgewenst inzetbare tolken alle gesprekken.
Answer	Vroeger vertaalden de inzetbare desgewenst tolken alle gesprekken.
Answer	Vroeger vertaalde de desgewenst inzetbare tolken alle gesprekken.
Question	Wie bestelde een zak patat na het zwemmen?/Wat bestelde men na het zwemmen?
Answer	Na het zwemmen bestelden de volkomen verwende kleintjes een zak patat.
Answer	Na het zwemmen bestelden de verwende volkomen kleintjes een zak patat.

Answer	Na het zwemmen bestelde de volkomen verwende kleintjes een zak patat.
Question	Wie probeerde een nieuwe tactiek in Afghanistan?/Wat probeerde men in Afghanistan?
Answer	In Afghanistan probeerden de vanmorgen ingevlogen legers een nieuwe tactiek.
Answer	In Afghanistan probeerden de ingevlogen vanmorgen legers een nieuwe tactiek.
Answer	In Afghanistan probeerde de vanmorgen ingevlogen legers een nieuwe tactiek.
Question	Wie weigerde de koffers zonder duidelijke reden?/Wat weigerde men zonder duidelijke reden?
Answer	Zonder duidelijke reden weigerden de doorgaans strenge douanes de koffers.
Answer	Zonder duidelijke reden weigerden de strenge doorgaans douanes de koffers.
Answer	Zonder duidelijke reden weigerde de doorgaans strenge douanes de koffers.
Question	Wie kookte een stinkende soep in een plaggenhutje?/Wat kookte men in een plaggenhutje?
Answer	In een plaggenhutje kookten de opvallend roodharige heksen een stinkende soep.
Answer	In een plaggenhutje kookten de roodharige opvallend heksen een stinkende soep.
Answer	In een plaggenhutje kookte de opvallend roodharige heksen een stinkende soep.
Question	Wie regelde de zendtijden vanuit Den Haag?/Wat regelde men vanuit Den Haag?
Answer	Vanuit Den Haag regelden de veelvuldig hervormde omroepen de zendtijden.
Answer	Vanuit Den Haag regelden de hervormde veelvuldig omroepen de zendtijden.
Answer	Vanuit Den Haag regelde de veelvuldig hervormde omroepen de zendtijden.
Question	Wie maakte kunstige voorwerpen in vervlogen tijden?/Wat maakte men in vervlogen tijden?
Answer	In vervlogen tijden maakten de uiterst traditionele gilden kunstige voorwerpen.
Answer	In vervlogen tijden maakten de traditionele uiterst gilden kunstige voorwerpen.
Answer	In vervlogen tijden maakte de uiterst traditionele gilden kunstige voorwerpen.
Question	Wie schoffelde de tuin zoals was afgesproken?/Wat schoffelde men zoals was afgesproken?
Answer	Zoals was afgesproken schoffelden de momenteel aanwezige hoveniers de tuin.
Answer	Zoals was afgesproken schoffelden de aanwezige momenteel hoveniers de tuin.
Answer	Zoals was afgesproken schoffelde de momenteel aanwezige hoveniers de tuin.
Question	Wie verzamelde de honing gister?/Wat verzamelde men gister?
Answer	Gister verzamelden de nog ouderwetse imkers de honing.
Answer	Gister verzamelden de ouderwetse nog imkers de honing.
Answer	Gister verzamelde de nog ouderwetse imkers de honing.
Question	Wie mestte de stallen uit met een hooivork?/Wat mestte men uit met een hooivork?
Answer	Met een hooivork mestten de aldoor onhandige lakeien de stallen uit.
Answer	Met een hooivork mestten de onhandige aldoor lakeien de stallen uit.
Answer	Met een hooivork mestte de aldoor onhandige lakeien de stallen uit.
Question	Wie vernietigde de kostbare documenten onmiddellijk?/Wat vernietigde men onmiddellijk?
Answer	Onmiddellijk vernietigden de prima ingewerkte kompanen de kostbare documenten.
Answer	Onmiddellijk vernietigden de ingewerkte prima kompanen de kostbare documenten.
Answer	Onmiddellijk vernietigde de prima ingewerkte kompanen de kostbare documenten.
Question	Wie wilde de voogdij na de scheiding?/Wat wilde men na de scheiding?
Answer	Na de scheiding wilden de soms driftige exmannen de voogdij.
Answer	Na de scheiding wilden de driftige soms exmannen de voogdij.
Answer	Na de scheiding wilde de soms driftige exmannen de voogdij.
Question	Wie verzorgde reizen naar Antarctica op een ijsbreker?/Wat verzorgde men naar Antarctica?
Answer	Op een ijsbreker verzorgden de solitair levende kapiteins reizen naar Antarctica.
Answer	Op een ijsbreker verzorgden de levende solitair kapiteins reizen naar Antarctica.
Answer	Op een ijsbreker verzorgde de solitair levende kapiteins reizen naar Antarctica.
Question	Wie bouwde een extra opslagruimte op het terrein?/Waar bouwde men een extra opslagruimte?
Answer	Op het terrein bouwden de overhaast ingehuurde designers een extra opslagruimte.
Answer	Op het terrein bouwden de ingehuurde overhaast designers een extra opslagruimte.
Answer	Op het terrein bouwde de overhaast ingehuurde designers een extra opslagruimte.

Appendix

Question	Wie drinkt flesjes bier op het festival?/Wat drinkt men op het festival?
Answer	Op het festival drinken de opvallend uitgedoste bezoekers flesjes bier.
Answer	Op het festival drinken de uitgedoste opvallend bezoekers flesjes bier.
Answer	Op het festival drinkt de opvallend uitgedoste bezoekers flesjes bier.
Question	Wie wint de hoofdprijs na zes verloren toernooien?/Wat wint men na zes verloren toernooien?
Answer	Na zes verloren toernooien winnen de ineens succesvolle hockeyers de hoofdprijs.
Answer	Na zes verloren toernooien winnen de succesvolle ineens hockeyers de hoofdprijs.
Answer	Na zes verloren toernooien wint de ineens succesvolle hockeyers de hoofdprijs.
Question	Wie ziet een olietanker aan de horizon?/Wat ziet men aan de horizon?
Answer	Aan de horizon zien de lang bevriende jutters een olietanker.
Answer	Aan de horizon zien de bevriende lang jutters een olietanker.
Answer	Aan de horizon ziet de lang bevriende jutters een olietanker.
Question	Wie schrijft een scheldwoord op de muur?/Wat schrijft men op de muur?
Answer	Op de muur schrijven de vreselijk flauwe bengels een scheldwoord.
Answer	Op de muur schrijven de flauwe vreselijk bengels een scheldwoord.
Answer	Op de muur schrijft de vreselijk flauwe bengels een scheldwoord.
Question	Wie gooit steentjes tegen een boom in het bos?/Wat gooit men tegen een boom in het bos?
Answer	In het bos gooien de vrolijk spelende kinderen steentjes tegen een boom.
Answer	In het bos gooien de spelende vrolijk kinderen steentjes tegen een boom.
Answer	In het bos gooit de vrolijk spelende kinderen steentjes tegen een boom.
Question	Wie fietst een rondje in de nieuwe sportkleding?/Wat fietst men in de nieuwe sportkleding?
Answer	In de nieuwe sportkleding fietsen de competitief ingestelde sporters een rondje.
Answer	In de nieuwe sportkleding fietsen de ingestelde competitief sporters een rondje.
Answer	In de nieuwe sportkleding fietst de competitief ingestelde sporters een rondje.
Question	Wie eet zakken chips en snoepjes op het feestje?/Wat eet men op het feestje?
Answer	Op het feestje eten de origineel verklede kereltjes zakken chips en snoepjes.
Answer	Op het feestje eten de verklede origineel kereltjes zakken chips en snoepjes.
Answer	Op het feestje eet de origineel verklede kereltjes zakken chips en snoepjes.
Question	Wie bezorgt de brieven met een glimlach?/Wat bezorgt men met een glimlach?
Answer	Met een glimlach bezorgen de netjes geklede postbodes de brieven.
Answer	Met een glimlach bezorgen de geklede netjes postbodes de brieven.
Answer	Met een glimlach bezorgt de netjes geklede postbodes de brieven.
Question	Wie krijgt een poppenhuis van Sinterklaas?/Wat krijgt men van Sinterklaas?
Answer	Van Sinterklaas krijgen de schattig aangeklede meisjes een poppenhuis.
Answer	Van Sinterklaas krijgen de aangeklede schattig meisjes een poppenhuis.
Answer	Van Sinterklaas krijgt de schattig aangeklede meisjes een poppenhuis.
Question	Wie snijdt mooie plakjes wortel in de keuken?/Wat snijdt men in de keuken?
Answer	In de keuken snijden de snel lerende hulpjes mooie plakjes wortel.
Answer	In de keuken snijden de lerende snel hulpjes mooie plakjes wortel.
Answer	In de keuken snijdt de snel lerende hulpjes mooie plakjes wortel.
Question	Wie vindt een wandelpad na lange tijd?/Wat vindt men na lange tijd?
Answer	Na lange tijd vinden de grijs behaarde mannen een wandelpad.
Answer	Na lange tijd vinden de behaarde grijs mannen een wandelpad.
Answer	Na lange tijd vindt de grijs behaarde mannen een wandelpad.
Question	Wie koopt een tapijt in Istanbul?/Wat koopt men in Istanbul?
Answer	In Istanbul kopen de erg ervaren wevers een tapijt.
Answer	In Istanbul kopen de ervaren erg wevers een tapijt.
Answer	In Istanbul koopt de erg ervaren wevers een tapijt.
Question	Wie wast de ramen vanmiddag?/Wat wast men vanmiddag?

Answer	Vanmiddag wassen de luid zingende boerinnen de ramen.
Answer	Vanmiddag wassen de zingende luid boerinnen de ramen.
Answer	Vanmiddag wast de luid zingende boerinnen de ramen.
Question	Wie snoeit de struik in het voorjaar?/Wat snoeit men in het voorjaar?
Answer	In het voorjaar snoeien de vrolijk fluitende tuinders de struik.
Answer	In het voorjaar snoeien de fluitende vrolijk tuinders de struik.
Answer	In het voorjaar snoeit de vrolijk fluitende tuinders de struik.
Question	Wie kneedt het deeg in de vroege ochtend?/Wat kneedt men in de vroege ochtend?
Answer	In de vroege ochtend kneden de tamelijk wakkere bakkers het deeg.
Answer	In de vroege ochtend kneden de wakkere tamelijk bakkers het deeg.
Answer	In de vroege ochtend kneedt de tamelijk wakkere bakkers het deeg.
Question	Wie beoordeelt het artikel om half vijf vanmiddag?/Wat beoordeelt men om half vijf vanmiddag?
Answer	Om half vijf vanmiddag beoordelen de uiterst kritische makers het artikel.
Answer	Om half vijf vanmiddag beoordelen de kritische uiterst makers het artikel.
Answer	Om half vijf vanmiddag beoordeelt de uiterst kritische makers het artikel.
Question	Wie bezit het landgoed sinds vorig jaar?/Wat bezit men sinds vorig jaar?
Answer	Sinds vorig jaar bezitten de eerdaags volwassen jonkheren het landgoed.
Answer	Sinds vorig jaar bezitten de volwassen eerdaags jonkheren het landgoed.
Answer	Sinds vorig jaar bezit de eerdaags volwassen jonkheren het landgoed.
Question	Wie bewaakt het erf sinds de inbraak?/Wat bewaakt men sinds de inbraak?
Answer	Sinds de inbraak bewaken de ontzettend agressieve honden het erf.
Answer	Sinds de inbraak bewaken de agressieve ontzettend honden het erf.
Answer	Sinds de inbraak bewaakt de ontzettend agressieve honden het erf.
Question	Wie analyseert de wedstrijden wekelijks?/Wat analyseert men wekelijks?
Answer	Wekelijks analyseren de ronduit arrogante experts de wedstrijden.
Answer	Wekelijks analyseren de arrogante ronduit experts de wedstrijden.
Answer	Wekelijks analyseert de ronduit arrogante experts de wedstrijden.
Question	Wie laadt de piano in met tegenzin?/Wat laadt men met tegenzin in?
Answer	Met tegenzin laden de chagrijnig kijkende sjouwers de piano in.
Answer	Met tegenzin laden de kijkende chagrijnig sjouwers de piano in.
Answer	Met tegenzin laadt de chagrijnig kijkende sjouwers de piano in.
Question	Wie vindt een briefje van vijf in de binnenstad?/Wat vindt men in de binnenstad?
Answer	In de binnenstad vinden de onfris ruikende zwervers een briefje van vijf.
Answer	In de binnenstad vinden de ruikende onfris zwervers een briefje van vijf.
Answer	In de binnenstad vindt de onfris ruikende zwervers een briefje van vijf.
Question	Wie telt het geld extra goed na sinds 2002?/Wat telt men extra goed na sinds 2002?
Answer	Sinds 2002 tellen de tamelijk oude opa's het geld extra goed na.
Answer	Sinds 2002 tellen de oude tamelijk opa's het geld extra goed na.
Answer	Sinds 2002 telt de tamelijk oude opa's het geld extra goed na.
Question	Wie ontvangt een bos bloemen na het concert?/Wat ontvangt men na het concert?
Answer	Na het concert ontvangen de zuiver zingende artiesten een bos bloemen.
Answer	Na het concert ontvangen de zingende zuiver artiesten een bos bloemen.
Answer	Na het concert ontvangt de zuiver zingende artiesten een bos bloemen.
Question	Wie zoekt een verloren slipper op het strand?/Wat zoekt men op het strand?
Answer	Op het strand zoeken de ernstig verbrande badgasten een verloren slipper.
Answer	Op het strand zoeken de verbrande ernstig badgasten een verloren slipper.
Answer	Op het strand zoekt de ernstig verbrande badgasten een verloren slipper.
Question	Wie treft een oude auto aan in het kanaal?/Wat treft men aan in het kanaal?
Answer	In het kanaal treffen de geheel bekwame duikers een oude auto aan.

Appendix

Answer	In het kanaal treffen de bekwame geheel duikers een oude auto aan.
Answer	In het kanaal treft de geheel bekwame duikers een oude auto aan.
Question	Wie geeft grote cadeaus met Kerstmis?/Wat geeft men met Kerstmis?
Answer	Met Kerstmis geven de altijd gulle ooms grote cadeaus.
Answer	Met Kerstmis geven de gulle altijd ooms grote cadeaus.
Answer	Met Kerstmis geeft de altijd gulle ooms grote cadeaus.
Question	Wie houdt een speech op de universiteit?/Wat houdt men op de universiteit?
Answer	Op de universiteit houden de intussen gepromoveerde docenten een speech.
Answer	Op de universiteit houden de gepromoveerde intussen docenten een speech.
Answer	Op de universiteit houdt de intussen gepromoveerde docenten een speech.
Question	Wie roept allerlei politieke leuzen tijdens de optocht?/Wat roept men tijdens de optocht?
Answer	Tijdens de optocht roepen de heftig scanderende lieden allerlei politieke leuzen.
Answer	Tijdens de optocht roepen de scanderende heftig lieden allerlei politieke leuzen.
Answer	Tijdens de optocht roept de heftig scanderende lieden allerlei politieke leuzen.
Question	Wie schrijft een pamflet vol enthousiasme?/Wat schrijft men vol enthousiasme?
Answer	Vol enthousiasme schrijven de zeer bevlogen auteurs een pamflet.
Answer	Vol enthousiasme schrijven de bevlogen zeer auteurs een pamflet.
Answer	Vol enthousiasme schrijft de zeer bevlogen auteurs een pamflet.
Question	Wie betuigen spijt aan de klanten na de beursfraude?/Wat betuigt men na de beursfraude?
Answer	Na de beursfraude betuigen de meteen ontslagen directeurs spijt aan de klanten.
Answer	Na de beursfraude betuigen de ontslagen meteen directeurs spijt aan de klanten.
Answer	Na de beursfraude betuigt de meteen ontslagen directeurs spijt aan de klanten.
Question	Wie verkoopt ligstoelen en parasols bij de zee?/Wat verkoopt men bij de zee?
Answer	Bij de zee verkopen de extreem slimme jongetjes ligstoelen en parasols.
Answer	Bij de zee verkopen de slimme extreem jongetjes ligstoelen en parasols.
Answer	Bij de zee verkoopt de extreem slimme jongetjes ligstoelen en parasols.
Question	Wie blijkt de sterkste concurrentie bij de selectie?/Wat blijkt men bij de selectie?
Answer	Bij de selectie blijken de slechts achtjarige zusjes de sterkste concurrentie.
Answer	Bij de selectie blijken de achtjarige slechts zusjes de sterkste concurrentie.
Answer	Bij de selectie blijkt de slechts achtjarige zusjes de sterkste concurrentie.
Question	Wie verkoopt veel ijsjes?/Wat verkoopt men op het strand?
Answer	Op het strand verkopen de zuiver Italiaanse ijsboeren veel ijsjes.
Answer	Op het strand verkopen de Italiaanse zuiver ijsboeren veel ijsjes.
Answer	Op het strand verkoopt de zuiver Italiaanse ijsboeren veel ijsjes.
Question	Wie zet de muziek zachter vanwege de overlast?/Wat zet men zachter vanwege de overlast?
Answer	Vanwege de overlast zetten de lichtelijk aangeschoten jarigen de muziek zachter.
Answer	Vanwege de overlast zetten de aangeschoten lichtelijk jarigen de muziek zachter.
Answer	Vanwege de overlast zet de lichtelijk aangeschoten jarigen de muziek zachter.
Question	Wie krijgt modder op de nieuwe kleren in het weiland?/Wat krijgt men op de nieuwe kleren?
Answer	In het weiland krijgen de net gewassen kereltjes modder op de nieuwe kleren.
Answer	In het weiland krijgen de gewassen net kereltjes modder op de nieuwe kleren.
Answer	In het weiland krijgt de net gewassen kereltjes modder op de nieuwe kleren.
Question	Wie doet een dutje na de lunch?/Wat doet men na de lunch?
Answer	Na de lunch doen de langzaamaan volgegeten partners een dutje.
Answer	Na de lunch doen de volgegeten langzaamaan partners een dutje.
Answer	Na de lunch doet de langzaamaan volgegeten partners een dutje.
Question	Wie neemt een pauze langs het pad?/Wat neemt men langs het pad?
Answer	Langs het pad nemen de onderweg stoppende trekkers een pauze.
Answer	Langs het pad nemen de stoppende onderweg trekkers een pauze.

Answer	Langs het pad neemt de onderweg stoppende trekkers een pauze.
Question	Wie krijgt geen bonussen vanwege de recessie?/Wat krijgt men vanwege de recessie?
Answer	Vanwege de recessie krijgen de langdurig trouwe beambtes geen bonussen.
Answer	Vanwege de recessie krijgen de trouwe langdurig beambtes geen bonussen.
Answer	Vanwege de recessie krijgt de langdurig trouwe beambtes geen bonussen.
Question	Wie krijgt een medaille na de oorlog?/Wat krijgt men na de oorlog?
Answer	Na de oorlog krijgen de eerbiedig gehuldigde strijders een medaille.
Answer	Na de oorlog krijgen de gehuldigde eerbiedig strijders een medaille.
Answer	Na de oorlog krijgt de eerbiedig gehuldigde strijders een medaille.
Question	Wie vlecht straks een nieuwe mand in elkaar?/Wat vlecht men straks in elkaar?
Answer	Straks vlechten de gezellig kwebbelende mevrouwen een nieuwe mand in elkaar.
Answer	Straks vlechten de kwebbelende gezellig mevrouwen een nieuwe mand in elkaar.
Answer	Straks vlecht de gezellig kwebbelende mevrouwen een nieuwe mand in elkaar.
Question	Wie geeft een spetterend optreden in het Gelredome?/Wat geeft men in het Gelredome?
Answer	In het Gelredome geven de waanzinnig goede zangers een spetterend optreden.
Answer	In het Gelredome geven de goede waanzinnig zangers een spetterend optreden.
Answer	In het Gelredome geeft de waanzinnig goede zangers een spetterend optreden.
Question	Wie verwerpt het slechte plan bij voorbaat?/Wat verwerpt men bij voorbaat?
Answer	Bij voorbaat verwerpen de stug kijkende inbrekers het slechte plan.
Answer	Bij voorbaat verwerpen de kijkende stug inbrekers het slechte plan.
Answer	Bij voorbaat verwerpt de stug kijkende inbrekers het slechte plan.
Question	Wie krijgt een mountainbike op de verjaardag?/Wat krijgt men op de verjaardag?
Answer	Op de verjaardag krijgen de nogal kleine knaapjes een mountainbike.
Answer	Op de verjaardag krijgen de kleine nogal knaapjes een mountainbike.
Answer	Op de verjaardag krijgt de nogal kleine knaapjes een mountainbike.
Question	Wie zoekt de uitgang in het winkelcentrum?/Wat zoekt men in het winkelcentrum?
Answer	In het winkelcentrum zoeken de ziekelijk ongeruste vrekken de uitgang.
Answer	In het winkelcentrum zoeken de ongeruste ziekelijk vrekken de uitgang.
Answer	In het winkelcentrum zoekt de ziekelijk ongeruste vrekken de uitgang.
Question	Wie brengt de broden rond op de motorfiets?/Wat brengt men rond op de motorfiets?
Answer	Op de motorfiets brengen de doorgaans luie knechten de broden rond.
Answer	Op de motorfiets brengen de luie doorgaans knechten de broden rond.
Answer	Op de motorfiets brengt de doorgaans luie knechten de broden rond.
Question	Wie beschrijft de misstanden op de voorpagina?/Wat beschrijft men op de voorpagina?
Answer	Op de voorpagina beschrijven de onlangs uitgedeelde kranten de misstanden.
Answer	Op de voorpagina beschrijven de uitgedeelde onlangs kranten de misstanden.
Answer	Op de voorpagina beschrijft de onlangs uitgedeelde kranten de misstanden.
Question	Wie houdt een voorstelling in de kerststal?/Wat houdt men in de kerststal?
Answer	In de kerststal houden de amateuristisch zingende koren een voorstelling.
Answer	In de kerststal houden de zingende amateuristisch koren een voorstelling.
Answer	In de kerststal houdt de amateuristisch zingende koren een voorstelling.
Question	Wie geeft een oordeel in die tekst?/Wat geeft men in die tekst?
Answer	In die tekst geven de overal erkende heiligen een oordeel.
Answer	In die tekst geven de erkende overal heiligen een oordeel.
Answer	In die tekst geeft de overal erkende heiligen een oordeel.
Question	Wie vraagt een toegift in de grote zaal?/Waar vraagt men een toegift?
Answer	In de grote zaal vragen de totaal uitzinnige kijkers een toegift.
Answer	In de grote zaal vragen de uitzinnige totaal kijkers een toegift.
Answer	In de grote zaal vraagt de totaal uitzinnige kijkers een toegift.

Appendix

Question	Wie bezit een slechte reputatie in de wijde omtrek?/Wat bezit met in de wijde omtrek?
Answer	In de wijde omtrek bezitten de wederom optredende punkers een slechte reputatie.
Answer	In de wijde omtrek bezitten de optredende wederom punkers een slechte reputatie.
Answer	In de wijde omtrek bezit de wederom optredende punkers een slechte reputatie.
Question	Wie geeft een klein feestje na de verhuizing?/Wat geeft men na de verhuizing?
Answer	Na de verhuizing geven de lichtelijk vermoeide klunzen een klein feestje.
Answer	Na de verhuizing geven de vermoeide lichtelijk klunzen een klein feestje.
Answer	Na de verhuizing geeft de lichtelijk vermoeide klunzen een klein feestje.
Question	Wie zegt het avondgebed op aan de eettafel?/Wat zegt men op aan de eettafel?
Answer	Aan de eettafel zeggen de bijeen geroepen zoons het avondgebed op.
Answer	Aan de eettafel zeggen de geroepen bijeen zoons het avondgebed op.
Answer	Aan de eettafel zegt de bijeen geroepen zoons het avondgebed op.
Question	Wie maakt een tortilla in de keuken?/Wat maakt men in de keuken?
Answer	In de keuken maken de reuze populaire chefkoks een tortilla.
Answer	In de keuken maken de populaire reuze chefkoks een tortilla.
Answer	In de keuken maakt de reuze populaire chefkoks een tortilla.
Question	Wie bouwt een huis in de paddenstoel?/Wat bouwt men in de paddenstoel?
Answer	In de paddenstoel bouwen de redelijk kleine dwergjes een huis.
Answer	In de paddenstoel bouwen de kleine redelijk dwergjes een huis.
Answer	In de paddenstoel bouwt de redelijk kleine dwergjes een huis.
Question	Wie doet een act in de circustent?/Wat doet men in de circustent?
Answer	In de circustent doen de volmaakt geschminkte clowns een act.
Answer	In de circustent doen de geschminkte volmaakt clowns een act.
Answer	In de circustent doet de volmaakt geschminkte clowns een act.
Question	Wie geeft een interview voor het optreden?/Wat geeft men voor het optreden?
Answer	Voor het optreden geven de wereldwijd bekende popidolen een interview.
Answer	Voor het optreden geven de bekende wereldwijd popidolen een interview.
Answer	Voor het optreden geeft de wereldwijd bekende popidolen een interview.
Question	Wie doet de rotklusjes met tegenzin?/Wat doet men met tegenzin?
Answer	Met tegenzin doen de tijdelijk aangenomen stagairs de rotklusjes.
Answer	Met tegenzin doen de aangenomen tijdelijk stagairs de rotklusjes.
Answer	Met tegenzin doet de tijdelijk aangenomen stagairs de rotklusjes.
Question	Wie verkoopt de kunstwerken in de galerie?/Wat verkoopt men in de galerie?
Answer	In de galerie verkopen de allesbehalve beroemde schilders de kunstwerken.
Answer	In de galerie verkopen de beroemde allesbehalve schilders de kunstwerken.
Answer	In de galerie verkoopt de allesbehalve beroemde schilders de kunstwerken.
Question	Wie brengt zelf asbakken mee naar kantoor?/Wat brengt men zelf mee naar kantoor?
Answer	Naar kantoor brengen de dikwijls klagende rokers zelf asbakken mee.
Answer	Naar kantoor brengen de klagende dikwijls rokers zelf asbakken mee.
Answer	Naar kantoor brengt de dikwijls klagende rokers zelf asbakken mee.
Question	Wie geeft het goede voorbeeld tussen de lessen?/Wat geeft men tussen de lessen?
Answer	Tussen de lessen geven de buitenhuis rokende mentoren het goede voorbeeld.
Answer	Tussen de lessen geven de rokende buitenhuis mentoren het goede voorbeeld.
Answer	Tussen de lessen geeft de buitenhuis rokende mentoren het goede voorbeeld.
Question	Wie ordende de post vlak voor het ontbijt?/Wanneer ordende men de post?
Answer	Vlak voor het ontbijt ordenden de immer betrouwbare bedienden de post.
Answer	Vlak voor het ontbijt ordenden de betrouwbare immer bedienden de post.
Answer	Vlak voor het ontbijt ordende de immer betrouwbare bedienden de post.
Question	Wie bepaalde de schade na de storm?/Wanneer bepaalde men de schade?

Answer	Na de storm bepaalden de uitermate geschrokken eilanders de schade.
Answer	Na de storm bepaalden de geschrokken uitermate eilanders de schade.
Answer	Na de storm bepaalde de uitermate geschrokken eilanders de schade.
Question	Wie sloopte de bagagedrager onderweg naar huis?/Wanneer sloopte men de bagagedrager?
Answer	Onderweg naar huis sloopten de extreem onhandige jongens de bagagedrager.
Answer	Onderweg naar huis sloopten de onhandige extreem jongens de bagagedrager.
Answer	Onderweg naar huis sloopte de extreem onhandige jongens de bagagedrager.
Question	Wie overstemde de favoriet in de finale?/Wanneer overstemde men de favoriet?
Answer	In de finale overstemden de beide onbekende schakers de favoriet.
Answer	In de finale overstemden de onbekende beide schakers de favoriet.
Answer	In de finale overstemde de beide onbekende schakers de favoriet.
Question	Wie stelde de diagnose na het onderzoek?/Wanneer stelde men de diagnose?
Answer	Na het onderzoek stelden de uitermate deskundige artsen de diagnose.
Answer	Na het onderzoek stelden de deskundige uitermate arts de diagnose.
Answer	Na het onderzoek stelde de uitermate deskundige artsen de diagnose.
Question	Wie startte rond middernacht een auto?/Wanneer startte men een auto?
Answer	Rond middernacht startten de zeer doortrapte dieven een auto.
Answer	Rond middernacht startten de doortrapte zeer dieven een auto.
Answer	Rond middernacht startte de zeer doortrapte dieven een auto.
Question	Wie leidde op woensdag de vergadering?/Wanneer leidde men de vergadering?
Answer	Op woensdag leidden de voortdurend chagrijnige managers de vergadering.
Answer	Op woensdag leidden de chagrijnige voortdurend managers de vergadering.
Answer	Op woensdag leidde de voortdurend chagrijnige managers de vergadering.
Question	Wie kookte meer dan twintig eieren met Pasen?/Wanneer kookte men meer dan twintig eieren?
Answer	Met Pasen kookten de zeer ijverige moeders meer dan twintig eieren.
Answer	Met Pasen kookten de ijverige zeer moeders meer dan twintig eieren.
Answer	Met Pasen kookte de zeer ijverige moeders meer dan twintig eieren.
Question	Wie timmerde het hek in de zomer?/Wanneer timmerde men het hek?
Answer	In de zomer timmerden de snel gegroeide jongens het hek.
Answer	In de zomer timmerden de gegroeide snel jongens het hek.
Answer	In de zomer timmerde de snel gegroeide jongens het hek.
Question	Wie ontvoerde een meisje een aantal jaar geleden?/Wanneer ontvoerde men een meisje?
Answer	Een aantal jaar geleden ontvoerden de groen bestippelde aliens een meisje.
Answer	Een aantal jaar geleden ontvoerden de bestippelde groen aliens een meisje.
Answer	Een aantal jaar geleden ontvoerde de groen bestippelde aliens een meisje.
Question	Wie paste de kleding voor de fotoshoot?/Wanneer paste men de kleding?
Answer	Voor de fotoshoot pasten de zelden geboekte modellen de kleding.
Answer	Voor de fotoshoot pasten de geboekte zelden modellen de kleding.
Answer	Voor de fotoshoot paste de zelden geboekte modellen de kleding.
Question	Wie toonde de resultaten tijdens het congres?/Wanneer toonde men de resultaten?
Answer	Tijdens het congres toonden de alom bekende denkers de resultaten.
Answer	Tijdens het congres toonden de bekende alom denkers de resultaten.
Answer	Tijdens het congres toonde de alom bekende denkers de resultaten.
Question	Wie ruidde een paar knikkers in de pauze?/Wanneer ruidde men een paar knikkers?
Answer	In de pauze ruilden de altijd vervelende jochies een paar knikkers.
Answer	In de pauze ruilden de vervelende altijd jochies een paar knikkers.
Answer	In de pauze ruidde de altijd vervelende jochies een paar knikkers.
Question	Wie roosterde wat hamburgers tijdens de barbecue?/Wanneer roosterde men wat hamburgers?
Answer	Tijdens de barbecue roosterden de reeds dronken zwagers wat hamburgers.

Appendix

Answer	Tijdens de barbecue roosterden de dronken reeds zwagers wat hamburgers.
Answer	Tijdens de barbecue roosterde de reeds dronken zwagers wat hamburgers.
Question	Wie haalde de eerste prijs tijdens het toernooi?/Wanneer haalde men de eerste prijs?
Answer	Tijdens het toernooi haalden de elders trainende roeiers de eerste prijs.
Answer	Tijdens het toernooi haalden de trainende elders roeiers de eerste prijs.
Answer	Tijdens het toernooi haalde de elders trainende roeiers de eerste prijs.
Question	Wie vertelde verhalen uit de bijbel op zondag?/Wanneer vertelde men verhalen uit de bijbel?
Answer	Op zondag vertelden de net ingewerkte dominees verhalen uit de bijbel.
Answer	Op zondag vertelden de ingewerkte net dominees verhalen uit de bijbel.
Answer	Op zondag vertelde de net ingewerkte dominees verhalen uit de bijbel.
Question	Wie verstoorde de show later op de avond?/Wanneer verstoorde men de show?
Answer	Later op de avond verstoorden de tussentijds vervangen acrobaten de show.
Answer	Later op de avond verstoorden de vervangen tussentijds acrobaten de show.
Answer	Later op de avond verstoorde de tussentijds vervangen acrobaten de show.
Question	Wie maakte een fotoalbum na de reis?/Wanneer maakte men een fotoalbum?
Answer	Na de reis maakten de nagenoeg volwassen nichtjes een fotoalbum.
Answer	Na de reis maakten de volwassen nagenoeg nichtjes een fotoalbum.
Answer	Na de reis maakte de nagenoeg volwassen nichtjes een fotoalbum.
Question	Wie leverde de scriptie in binnen een half jaar?/Wanneer leverde men de scriptie in?
Answer	Binnen een half jaar leverden de ijverig lerende studentes de scriptie in.
Answer	Binnen een half jaar leverden de lerende ijverig studentes de scriptie in.
Answer	Binnen een half jaar leverde de ijverig lerende studentes de scriptie in.
Question	Wie plaatste bommen tijdens het verdrag?/Wanneer plaatste men bommen?
Answer	Tijdens het verdrag plaatsten de woest kijkende generaal bommen.
Answer	Tijdens het verdrag plaatsten de kijkende woest generaal bommen.
Answer	Tijdens het verdrag plaatste de woest kijkende generaal bommen.
Question	Wie wilde een scalpel tijdens de operatie?/Wanneer wilde men een scalpel?
Answer	Tijdens de operatie wilden de licht trillende chirurgen een scalpel.
Answer	Tijdens de operatie wilden de trillende licht chirurgen een scalpel.
Answer	Tijdens de operatie wilde de licht trillende chirurgen een scalpel.
Question	Wie speelde het muziekstuk afgelopen zaterdag?/Wanneer speelde men het muziekstuk?
Answer	Afgelopen zaterdag speelden de zeer serieuze pianisten het muziekstuk.
Answer	Afgelopen zaterdag speelden de serieuze zeer pianisten het muziekstuk.
Answer	Afgelopen zaterdag speelde de zeer serieuze pianisten het muziekstuk.
Question	Wie stelde opeens eisen op de bijeenkomst?/Wanneer stelde men opeens eisen?
Answer	Op de bijeenkomst stelden de meestal afwezige leden opeens eisen.
Answer	Op de bijeenkomst stelden de afwezige meestal leden opeens eisen.
Answer	Op de bijeenkomst stelde de meestal afwezige leden opeens eisen.
Question	Wie verschoonde de bedden in het weekend?/Wanneer verschoonde men de bedden?
Answer	In het weekend verschoonden de allerminst verlegen gasten de bedden.
Answer	In het weekend verschoonden de verlegen allerminst gasten de bedden.
Answer	In het weekend verschoonde de allerminst verlegen gasten de bedden.
Question	Wie stuurde twee wagens kort na de melding?/Wanneer stuurde men een paar wagens?
Answer	Kort na de melding stuurden de voorheen onderbezette korpsen een paar wagens.
Answer	Kort na de melding stuurden de onderbezette voorheen korpsen een paar wagens.
Answer	Kort na de melding stuurde de voorheen onderbezette korpsen een paar wagens.
Question	Wie maakten veel grappen op de borrel?/Wanneer maakte men veel grappen?
Answer	Op de borrel maakten de ronduit amusante broers veel grappen.
Answer	Op de borrel maakten de amusante ronduit broers veel grappen.

Answer	Op de borrel maakte de ronduit amusante broers veel grappen.
Question	Wie volgde vorige maand het dieet?/Wanneer volgde men het dieet?
Answer	Vorige maand volgden de sterk vermagerde actrices het dieet.
Answer	Vorige maand volgden de vermagerde sterk actrices het dieet.
Answer	Vorige maand volgde de sterk vermagerde actrices het dieet.
Question	Wie hoorde de bel tegen etenstijd?/Wanneer hoorde men de bel?
Answer	Tegen etenstijd hoorden de overdag slapende zusters de bel.
Answer	Tegen etenstijd hoorden de slapende overdag zusters de bel.
Answer	Tegen etenstijd hoorde de overdag slapende zusters de bel.
Question	Wie serveerde de maaltijd?/Wanneer serveerde men de maaltijd?
Answer	Na de drankjes serveerden de schijnbaar nette kelners de maaltijd.
Answer	Na de drankjes serveerden de nette schijnbaar kelners de maaltijd.
Answer	Na de drankjes serveerde de schijnbaar nette kelners de maaltijd.
Question	Wie verkende het bos voor de speurtocht?/Wanneer verkende men het bos?
Answer	Voor de speurtocht verkenden de zojuist gekozen scouts het bos.
Answer	Voor de speurtocht verkenden de gekozen zojuist scouts het bos.
Answer	Voor de speurtocht verkende de zojuist gekozen scouts het bos.
Question	Wie inspecteert de barakken als tweede?/Wanneer inspecteert men de barakken?
Answer	Als tweede inspecteren de enigszins strenge kolonels de barakken.
Answer	Als tweede inspecteren de strenge enigszins kolonels de barakken.
Answer	Als tweede inspecteert de enigszins strenge kolonels de barakken.
Question	Wie verlaat het water op de windstille dag?/Wanneer verlaat men het water?
Answer	Op de windstille dag verlaten de zeer talentvolle zeilers het water.
Answer	Op de windstille dag verlaten de talentvolle zeer zeilers het water.
Answer	Op de windstille dag verlaat de zeer talentvolle zeilers het water.
Question	Wie vindt een mooie kampeerplek na de aankomst?/Wanneer vindt men een mooie kampeerplek?
Answer	Na de aankomst vinden de pas bevriende gezinnen een mooie kampeerplek.
Answer	Na de aankomst vinden de bevriende pas gezinnen een mooie kampeerplek.
Answer	Na de aankomst vindt de pas bevriende gezinnen een mooie kampeerplek.
Question	Wie drinkt een kop koffie 's ochtends vroeg?/Wanneer drinkt men een kop koffie?
Answer	s-Ochtends vroeg drinken de vrij humeurige zussen een kop koffie.
Answer	s-Ochtends vroeg drinken de humeurige vrij zussen een kop koffie.
Answer	s-Ochtends vroeg drinkt de vrij humeurige zussen een kop koffie.
Question	Wie gaan het tehuis in als het avond is?/Wanneer gaat men het tehuis in?
Answer	Als het avond is gaan de krom lopende oudjes het tehuis in.
Answer	Als het avond is gaan de lopende krom oudjes het tehuis in.
Answer	Als het avond is gaat de krom lopende oudjes het tehuis in.
Question	Wie checkt de zakken na het omgeroepen bericht?/Wanneer checkt men de zakken?
Answer	Na het omgeroepen bericht checken de erg geschrokken reizigers de zakken.
Answer	Na het omgeroepen bericht checken de geschrokken erg reizigers de zakken.
Answer	Na het omgeroepen bericht checkt de erg geschrokken reizigers de zakken.
Question	Wie ziet de vergissing bij zonsopgang?/Wanneer ziet men de vergissing?
Answer	Bij zonsopgang zien de overhaast getrouwde echtparen de vergissing.
Answer	Bij zonsopgang zien de getrouwde overhaast echtparen de vergissing.
Answer	Bij zonsopgang ziet de overhaast getrouwde echtparen de vergissing.
Question	Wie bezoekt een stad op dertig april?/Wanneer bezoekt men een stad?
Answer	Op dertig april bezoeken de overal geliefde prinsessen een stad.
Answer	Op dertig april bezoeken de geliefde overal prinsessen een stad.
Answer	Op dertig april bezoekt de overal geliefde prinsessen een stad.

Appendix

Question	Wie bekijkt de jury tijdens de uitreiking?/Wanneer bekijkt men de jury?
Answer	Tijdens de uitreiking bekijken de erg zenuwachtige talenten de jury.
Answer	Tijdens de uitreiking bekijken de zenuwachtige erg talenten de jury.
Answer	Tijdens de uitreiking bekijkt de erg zenuwachtige talenten de jury.
Question	Wie zoekt een woning na de bruiloft?/Wanneer zoekt men een woning?
Answer	Na de bruiloft zoeken de pas getrouwde geliefden een woning.
Answer	Na de bruiloft zoeken de getrouwde pas geliefden een woning.
Answer	Na de bruiloft zoekt de pas getrouwde geliefden een woning.
Question	Wie leest een boek voor het slapengaan?/Wanneer leest men een boek?
Answer	Voor het slapengaan lezen de reeds slaperige meisjes een boek.
Answer	Voor het slapengaan lezen de slaperige reeds meisjes een boek.
Answer	Voor het slapengaan leest de reeds slaperige meisjes een boek.
Question	Wie vergeet een ingrediënt tijdens het koken?/Wanneer vergeet men een ingrediënt?
Answer	Tijdens het koken vergeten de chaotisch handelende koks een ingrediënt.
Answer	Tijdens het koken vergeten de handelende chaotisch koks een ingrediënt.
Answer	Tijdens het koken vergeet de chaotisch handelende koks een ingrediënt.
Question	Wie ontvangt een groot applaus na de voorstelling?/Wanneer ontvangt men een groot applaus?
Answer	Na de voorstelling ontvangen de net gedebuteerde clowns een groot applaus.
Answer	Na de voorstelling ontvangen de gedebuteerde net clowns een groot applaus.
Answer	Na de voorstelling ontvangt de net gedebuteerde clowns een groot applaus.
Question	Wie ontvangt een oscar tijdens de uitreiking?/Wanneer ontvangt men een oscar?
Answer	Tijdens de uitreiking ontvangen de nogmaals bekroonde acteurs een oscar.
Answer	Tijdens de uitreiking ontvangen de bekroonde nogmaals acteurs een oscar.
Answer	Tijdens de uitreiking ontvangt de nogmaals bekroonde acteurs een oscar.
Question	Wie verliest aardig wat gewicht tijdens de Vierdaagse?/Wanneer verliest men aardig wat gewicht?
Answer	Tijdens de Vierdaagse verliezen de nogal gezette vrouwen aardig wat gewicht.
Answer	Tijdens de Vierdaagse verliezen de gezette nogal vrouwen aardig wat gewicht.
Answer	Tijdens de Vierdaagse verliest de nogal gezette vrouwen aardig wat gewicht.
Question	Wie bekijkt de omgeving tijdens de training?/Wanneer bekijkt men de omgeving?
Answer	Tijdens de training bekijken de zeer atletische joggers de omgeving.
Answer	Tijdens de training bekijken de atletische zeer joggers de omgeving.
Answer	Tijdens de training bekijkt de zeer atletische joggers de omgeving.
Question	Wie vergrendelt de deur tegen half zes?/Wanneer vergrendelt men de deur?
Answer	Tegen half zes vergrendelen de zeer vermoeide verkopers de deur.
Answer	Tegen half zes vergrendelen de vermoeide zeer verkopers de deur.
Answer	Tegen half zes vergrendelt de zeer vermoeide verkopers de deur.
Question	Wie geeft gratis drankjes weg tijdens de opening?/Wanneer geeft men gratis drankjes weg?
Answer	Tijdens de opening geven de ietwat onervaren eigenaars gratis drankjes weg.
Answer	Tijdens de opening geven de onervaren ietwat eigenaars gratis drankjes weg.
Answer	Tijdens de opening geeft de ietwat onervaren eigenaars gratis drankjes weg.
Question	Wie neemt een kopje koffie tijdens de uitverkoop?/Wanneer neemt men een kopje koffie?
Answer	Tijdens de uitverkoop nemen de regelmatig winkelende dames een kopje koffie.
Answer	Tijdens de uitverkoop nemen de winkelende regelmatig dames een kopje koffie.
Answer	Tijdens de uitverkoop neemt de regelmatig winkelende dames een kopje koffie.
Question	Wie verliest de klimtouwen na de lawine?/Wanneer verliest men de klimtouwen?
Answer	Na de lawine verliezen de altijd voorzichtige klimmers de klimtouwen.
Answer	Na de lawine verliezen de voorzichtige altijd klimmers de klimtouwen.
Answer	Na de lawine verliest de altijd voorzichtige klimmers de klimtouwen.
Question	Wie zoekt de eenden in alle vroegte?/Wanneer zoekt men de eenden?

Answer	In alle vroegte zoeken de stilletjes sluipende jagers de eenden.
Answer	In alle vroegte zoeken de sluipende stilletjes jagers de eenden.
Answer	In alle vroegte zoekt de stilletjes sluipende jagers de eenden.
Question	Wie smeert de broodjes tijdens de excursie?/Wanneer smeert men de broodjes?
Answer	Tijdens de excursie smeren de uitsluitend bejaarde nonnen de broodjes.
Answer	Tijdens de excursie smeren de bejaarde uitsluitend nonnen de broodjes.
Answer	Tijdens de excursie smeert de uitsluitend bejaarde nonnen de broodjes.
Question	Wie sluit de ramen met oud en nieuw?/Wanneer sluit men de ramen?
Answer	Met oud en nieuw sluiten de alleen wonende vrouwen de ramen.
Answer	Met oud en nieuw sluiten de wonende alleen vrouwen de ramen.
Answer	Met oud en nieuw sluit de alleen wonende vrouwen de ramen.
Question	Wie neemt een pauze om twaalf uur?/Wanneer neemt men een pauze?
Answer	Om twaalf uur nemen de slecht presterende kantoren een pauze.
Answer	Om twaalf uur nemen de presterende slecht kantoren een pauze.
Answer	Om twaalf uur neemt de slecht presterende kantoren een pauze.
Question	Wie vindt de biologische moeder na jarenlang zoeken?/Wanneer vindt men de biologische moeder?
Answer	Na jarenlang zoeken vinden de voorheen achteloze zonen de biologische moeder.
Answer	Na jarenlang zoeken vinden de achteloze voorheen zonen de biologische moeder.
Answer	Na jarenlang zoeken vindt de voorheen achteloze zonen de biologische moeder.
Question	Wie zoekt nieuwe leden tijdens de introductie?/Wanneer zoekt men nieuwe leden?
Answer	Tijdens de introductie zoeken de doorgaans gezellige corpsen nieuwe leden.
Answer	Tijdens de introductie zoeken de gezellige doorgaans corpsen nieuwe leden.
Answer	Tijdens de introductie zoekt de doorgaans gezellige corpsen nieuwe leden.
Question	Wie krijgt een groter budget na de sanering?/Wanneer krijgt men een groter budget?
Answer	Na de sanering krijgen de oostelijk gelegen wijken een groter budget.
Answer	Na de sanering krijgen de gelegen oostelijk wijken een groter budget.
Answer	Na de sanering krijgt de oostelijk gelegen wijken een groter budget.
Question	Wie sluit de loketten volgend jaar?/Wanneer sluit men de loketten?
Answer	Volgend jaar sluiten de alom bekende banken de loketten.
Answer	Volgend jaar sluiten de bekende alom banken de loketten.
Answer	Volgend jaar sluit de alom bekende banken de loketten.
Question	Wie fotografeert een olifant tijdens de safari?/Wanneer fotografeert men een olifant?
Answer	Tijdens de safari fotograferen de behoorlijk enthousiaste toeristen een olifant.
Answer	Tijdens de safari fotograferen de enthousiaste behoorlijk toeristen een olifant.
Answer	Tijdens de safari fotografeert de behoorlijk enthousiaste toeristen een olifant.
Question	Wie verkoopt de apparaten na de diefstal?/Wanneer verkoopt men de apparaten?
Answer	Na de diefstal verkopen de constant liegende helers de apparaten.
Answer	Na de diefstal verkopen de liegende constant helers de apparaten.
Answer	Na de diefstal verkoopt de constant liegende helers de apparaten.
Question	Wie bouwde er een hut aan de waterkant?/Waar bouwde men een hut?
Answer	Aan de waterkant bouwden de erg brave jongens een hut.
Answer	Aan de waterkant bouwden de brave erg jongens een hut.
Answer	Aan de waterkant bouwde de erg brave jongens een hut.
Question	Wie vreesde een hond in de deuropening?/Waar vreesde men een hond?
Answer	In de deuropening vreesden de zienderogen vermoeide reizigers een hond.
Answer	In de deuropening vreesden de vermoeide zienderogen reizigers een hond.
Answer	In de deuropening vreesde de zienderogen vermoeide reizigers een hond.
Question	Wie oefende de passen in de danszaal?/Waar oefende men de passen?
Answer	In de danszaal oefenden de zijwaarts springende dansers de passen.

Appendix

Answer	In de danszaal oefenden de springende zijwaarts dansers de passen.
Answer	In de danszaal oefende de zijwaarts springende dansers de passen.
Question	Wie verstopte de eieren in de tuin?/Waar verstopte men de eieren?
Answer	In de tuin verstopten de voortdurend mopperende vaders de eieren.
Answer	In de tuin verstopten de mopperende voortdurend vaders de eieren.
Answer	In de tuin verstopte de voortdurend mopperende vaders de eieren.
Question	Wie repareerde de kraan in de keuken?/Waar repareerde men de kraan?
Answer	In de keuken repareerden de dikwijls slordige klussers de kraan.
Answer	In de keuken repareerden de slordige dikwijls klussers de kraan.
Answer	In de keuken repareerde de dikwijls slordige klussers de kraan.
Question	Wie legde bloemen voor het slachtoffer tegen de boom?/Waar legde men bloemen voor het slachtoffer?
Answer	Tegen de boom legden de stilletjes samengekomen mensen bloemen voor het slachtoffer.
Answer	Tegen de boom legden de samengekomen stilletjes mensen bloemen voor het slachtoffer.
Answer	Tegen de boom legde de stilletjes samengekomen mensen bloemen voor het slachtoffer.
Question	Wie spreidde een kleedje uit op de open plek?/Waar spreidde men een kleedje uit?
Answer	Op de open plek spreidden de zeer hongerige koppels een kleedje uit.
Answer	Op de open plek spreidden de hongerige zeer koppels een kleedje uit.
Answer	Op de open plek spreidde de zeer hongerige koppels een kleedje uit.
Question	Wie maakte veel lawaai in de speeltuin?/Waar maakte men veel lawaai?
Answer	In de speeltuin maakten de vrij opgewekte ventjes veel lawaai.
Answer	In de speeltuin maakten de opgewekte vrij ventjes veel lawaai.
Answer	In de speeltuin maakte de vrij opgewekte ventjes veel lawaai.
Question	Wie noteerde de bestelling?/Waar noteerde men de bestelling?
Answer	In het chique restaurant noteerden de zwaar uitgebuite obers de bestelling.
Answer	In het chique restaurant noteerden de uitgebuite zwaar obers de bestelling.
Answer	In het chique restaurant noteerde de zwaar uitgebuite obers de bestelling.
Question	Wie bewaarde de schoolboeken in het kluisje?/Waar bewaarde men de schoolboeken?
Answer	In het kluisje bewaarden de net nieuwe koters de schoolboeken.
Answer	In het kluisje bewaarden de nieuwe net koters de schoolboeken.
Answer	In het kluisje bewaarde de net nieuwe koters de schoolboeken.
Question	Wie verstoorde de les?/Waar verstoorde men de les?
Answer	Op de middelbare school verstoorden de mateloos irritante kinderen de les.
Answer	Op de middelbare school verstoorden de irritante mateloos kinderen de les.
Answer	Op de middelbare school verstoorde de mateloos irritante kinderen de les.
Question	Wie telde de schapen op de hei?/Waar telde men de schapen?
Answer	Op de hei telden de warm aangeklede herders de schapen.
Answer	Op de hei telden de aangeklede warm herders de schapen.
Answer	Op de hei telde de warm aangeklede herders de schapen.
Question	Wie slaakte een zucht in de wieg?/Waar slaakte men een zucht?
Answer	In de wieg slaakten de eergisteren geboren babies een zucht.
Answer	In de wieg slaakten de geboren eergisteren babies een zucht.
Answer	In de wieg slaakte de eergisteren geboren babies een zucht.
Question	Wie hoorde de zee achter de duinen?/Waar hoorde men de zee?
Answer	Achter de duinen hoorden de verkoeling zoekende ettertjes de zee.
Answer	Achter de duinen hoorden de zoekende verkoeling ettertjes de zee.
Answer	Achter de duinen hoorde de verkoeling zoekende ettertjes de zee.
Question	Wie pakte in de felle zon de zonnebrillen?/Waar pakte men de zonnebrillen?
Answer	In de felle zon pakten de languit liggende luilakken de zonnebrillen.
Answer	In de felle zon pakten de liggende languit luilakken de zonnebrillen.

Answer	In de felle zon pakte de languit liggende lui lakken de zonnebrillen.
Question	Wie loste de som op school op?/Waar loste men de som op?
Answer	Op school losten de mogelijk briljante dochters de som op.
Answer	Op school losten de briljante mogelijk dochters de som op.
Answer	Op school loste de mogelijk briljante dochters de som op.
Question	Wie iriteerde de overige passagiers in de coupŽ?/Waar iriteerde men de overige passagiers?
Answer	In de coupŽ iriteerden de alsmaar bellende tieners de overige passagiers.
Answer	In de coupŽ iriteerden de bellende alsmaar tieners de overige passagiers.
Answer	In de coupŽ iriteerde de alsmaar bellende tieners de overige passagiers.
Question	Wie verlangde een warm bed in de loopgraaf?/Waar verlangde men een warm bed?
Answer	In de loopgraaf verlangden de onvrijwillig ingezette soldaten een warm bed.
Answer	In de loopgraaf verlangden de ingezette onvrijwillig soldaten een warm bed.
Answer	In de loopgraaf verlangde de onvrijwillig ingezette soldaten een warm bed.
Question	Wie verstelde de jurken?/Waar verstelde men de jurken?
Answer	In het atelier verstelden de behoorlijk handige naaisters de jurken.
Answer	In het atelier verstelden de handige behoorlijk naaisters de jurken.
Answer	In het atelier verstelde de behoorlijk handige naaisters de jurken.
Question	Wie typte een smsje onder de tafel?/Waar typte men een smsje?
Answer	Onder de tafel typten de gewoonlijk eigenwijze knullen een smsje.
Answer	Onder de tafel typten de eigenwijze gewoonlijk knullen een smsje.
Answer	Onder de tafel typte de gewoonlijk eigenwijze knullen een smsje.
Question	Wie veegde de vloer in de kapperszaak?/Waar veegde men de vloer?
Answer	In de kapperszaak veegden de volop kletsende kappers de vloer.
Answer	In de kapperszaak veegden de kletsende volop kappers de vloer.
Answer	In de kapperszaak veegde de volop kletsende kappers de vloer.
Question	Wie gebruikte nog doping in het buitenland?/Waar gebruikte men nog doping?
Answer	In het buitenland gebruikten de weleens betrapte turners nog doping.
Answer	In het buitenland gebruikten de betrapte weleens turners nog doping.
Answer	In het buitenland gebruikte de weleens betrapte turners nog doping.
Question	Wie brulde nuttige instructies vanaf de zijlijn?/Waar brulde men nuttige instructies?
Answer	Vanaf de zijlijn brulden de zijdelings toekijkende trainers nuttige instructies.
Answer	Vanaf de zijlijn brulden de toekijkende zijdelings trainers nuttige instructies.
Answer	Vanaf de zijlijn brulde de zijdelings toekijkende trainers nuttige instructies.
Question	Wie leende veel boeken in de bibliotheek?/Waar leende men veel boeken?
Answer	In de bibliotheek leenden de frequent langskomende leden veel boeken.
Answer	In de bibliotheek leenden de langskomende frequent leden veel boeken.
Answer	In de bibliotheek leende de frequent langskomende leden veel boeken.
Question	Wie huurde een boot op de gay parade?/Waar huurde men een boot?
Answer	Op de gay parade huurden excentriek geklede homo's een boot.
Answer	Op de gay parade huurden geklede excentriek homo's een boot.
Answer	Op de gay parade huurde excentriek geklede homo's een boot.
Question	Wie speelde een partijtje hockey op het veld?/Waar speelde men een partijtje hockey?
Answer	Op het veld speelden de stijlvol uitgedoste kakkers een partijtje hockey.
Answer	Op het veld speelden de uitgedoste stijlvol kakkers een partijtje hockey.
Answer	Op het veld speelde de stijlvol uitgedoste kakkers een partijtje hockey.
Question	Wie gebruikte illegale drugs op de wc?/Waar gebruikte men illegale drugs?
Answer	Op de wc gebruikten de inmiddels uitgeputte junkies illegale drugs.
Answer	Op de wc gebruikten de uitgeputte inmiddels junkies illegale drugs.
Answer	Op de wc gebruikte de inmiddels uitgeputte junkies illegale drugs.

Appendix

Question	Wie vouwde de kranten aan tafel op?/Waar vouwde men de kranten op?
Answer	Aan tafel vouwden de zojuist weggestuurde lezers de kranten op.
Answer	Aan tafel vouwden de weggestuurde zojuist lezers de kranten op.
Answer	Aan tafel vouwde de zojuist weggestuurde lezers de kranten op.
Question	Wie zwabberde het dek op de achtersteven?/Waar zwabberde men het dek?
Answer	Op de achtersteven zwabberden de permanent verkouden matrozen het dek.
Answer	Op de achtersteven zwabberden de verkouden permanent matrozen het dek.
Answer	Op de achtersteven zwabberde de permanent verkouden matrozen het dek.
Question	Wie kopieerde een kleurplaat in de lerarenkamer?/Waar kopieerde men een kleurplaat?
Answer	In de lerarenkamer kopieerden de altijd energieke juffen een kleurplaat.
Answer	In de lerarenkamer kopieerden de energieke altijd juffen een kleurplaat.
Answer	In de lerarenkamer kopieerde de altijd energieke juffen een kleurplaat.
Question	Wie neemt onder de brug teveel risico?/Waar neemt men teveel risico?
Answer	Onder de brug nemen de nogal onervaren racers teveel risico.
Answer	Onder de brug nemen de onervaren nogal racers teveel risico.
Answer	Onder de brug neemt de nogal onervaren racers teveel risico.
Question	Wie bekijkt de show in het circus?/Waar bekijkt men de show?
Answer	In het circus bekijken de danig uitgelaten kleuters de show.
Answer	In het circus bekijken de uitgelaten danig kleuters de show.
Answer	In het circus bekijkt de danig uitgelaten kleuters de show.
Question	Wie zoekt heilzame kruiden in de jungle?/Waar zoekt men heilzame kruiden?
Answer	In de jungle zoeken de lenig bewegende indianen heilzame kruiden.
Answer	In de jungle zoeken de bewegende lenig indianen heilzame kruiden.
Answer	In de jungle zoekt de lenig bewegende indianen heilzame kruiden.
Question	Wie beklimt de trappen in de toren?/Waar beklimt men de trappen?
Answer	In de toren beklimmen de nerveus ogende pelgrims de trappen.
Answer	In de toren beklimmen de ogende nerveus pelgrims de trappen.
Answer	In de toren beklimt de nerveus ogende pelgrims de trappen.
Question	Wie claimt mooie resultaten op de website?/Waar claimt men mooie resultaten?
Answer	Op de website claimen de goed verdienende advocaten mooie resultaten.
Answer	Op de website claimen de verdienende goed advocaten mooie resultaten.
Answer	Op de website claimt de goed verdienende advocaten mooie resultaten.
Question	Wie ziet een aanbod in de krant?/Waar ziet men een aanbod?
Answer	In de krant zien de langdurig werkloze filosofen een aanbod.
Answer	In de krant zien de werkloze langdurig filosofen een aanbod.
Answer	In de krant ziet de landurig werkloze filosofen een aanbod.
Question	Wie organiseert een topact op het terrein?/Waar organiseert men een topact?
Answer	Op het terrein organiseren de jaarlijks terugkerende sponsors een topact.
Answer	Op het terrein organiseren de terugkerende jaarlijks sponsors een topact.
Answer	Op het terrein organiseert de jaarlijks terugkerende sponsors een topact.
Question	Wie huurt een huis naast de boekwinkel?/Waar huurt men een huis?
Answer	Naast de boekwinkel huren de pas begonnen juristen een huis.
Answer	Naast de boekwinkel huren de begonnen pas juristen een huis.
Answer	Naast de boekwinkel huurt de pas begonnen juristen een huis.
Question	Wie verwacht een lange rij op het vliegveld?/Waar verwacht men een lange rij?
Answer	Op het vliegveld verwachten de altijd hardwerkende stewards een lange rij.
Answer	Op het vliegveld verwachten de hardwerkende altijd stewards een lange rij.
Answer	Op het vliegveld verwacht de altijd hardwerkende stewards een lange rij.
Question	Wie veegt de vloer in de schuur?/Waar veegt men de vloer?

Answer	In de schuur vegen de altijd ijverige ruiters de vloer.
Answer	In de schuur vegen de ijverige altijd ruiters de vloer.
Answer	In de schuur veegt de altijd ijverige ruiters de vloer.
Question	Wie verliest de bagage in de luchthaven?/Waar verliest men bagage?
Answer	In de luchthaven verliezen de ziekelijk nerveuze reizigers de bagage.
Answer	In de luchthaven verliezen de nerveuze ziekelijk reizigers de bagage.
Answer	In de luchthaven verliest de ziekelijk nerveuze reizigers de bagage.
Question	Wie kijkt de wasmachine na in de wasserette?/Waar kijkt men de wasmachine na?
Answer	In de wasserette kijken de gehaast gebelde monteurs de wasmachine na.
Answer	In de wasserette kijken de gebelde gehaast monteurs de wasmachine na.
Answer	In de wasserette kijkt de gehaast gebelde monteurs de wasmachine na.
Question	Wie vindt een jerrycan naast de uitgebrande auto?/Waar vindt men een jerrycan?
Answer	Naast de uitgebrande auto vinden de altijd oplettende agenten een jerrycan.
Answer	Naast de uitgebrande auto vinden de oplettende altijd agenten een jerrycan.
Answer	Naast de uitgebrande auto vindt de altijd oplettende agenten een jerrycan.
Question	Wie heeft een rubriek in de Volkskrant?/Waar heeft men een rubriek?
Answer	In de Volkskrant hebben de verrassend creatieve dichters een rubriek
Answer	In de Volkskrant hebben de creatieve verrassend dichters een rubriek.
Answer	In de Volkskrant heeft de verrassend creatieve dichters een rubriek.
Question	Wie vreest de uitslag?/Waar vreest men de uitslag?
Answer	In de wachtruimte vrezen de terecht nerveuze cursisten de uitslag.
Answer	In de wachtruimte vrezen de nerveuze terecht cursisten de uitslag.
Answer	In de wachtruimte vreest de terecht nerveuze cursisten de uitslag.
Question	Wie bedwingt de hoge golven langs de kust?/Waar bedwingt men de hoge golven?
Answer	Langs de kust bedwingen de prachtig zongebruinde surfers de hoge golven.
Answer	Langs de kust bedwingen de zongebruinde prachtig surfers de hoge golven.
Answer	Langs de kust bedwingt de prachtig zongebruinde surfers de hoge golven.
Question	Wie verliest de sleutels in de achtbaan?/Waar verliest men de sleutels?
Answer	In de achtbaan verliezen de vrij misselijke jongeren de sleutels.
Answer	In de achtbaan verliezen de misselijke vrij jongeren de sleutels.
Answer	In de achtbaan verliest de vrij misselijke jongeren de sleutels.
Question	Wie eet een haring op het strand?/Waar eet men een haring?
Answer	Op het strand eten de hevig verbrande zeemannen een haring.
Answer	Op het strand eten de verbrande hevig zeemannen een haring.
Answer	Op het strand eet de hevig verbrande zeemannen een haring.
Question	Wie onsteekt een barbecue in de winkel?/Waar onsteekt men een barbecue?
Answer	In de winkel ontsteken de commercieel ingestelde slagers een barbecue.
Answer	In de winkel ontsteken de ingestelde commercieel slagers een barbecue.
Answer	In de winkel onsteekt de commercieel ingestelde slagers een barbecue.
Question	Wie drinkt een wijntje onder de sterrenhemel?/Waar drinkt men een wijntje?
Answer	Onder de sterrenhemel drinken de ontieligelijk verliefde stellen een wijntje.
Answer	Onder de sterrenhemel drinken de verliefde ontieligelijk stellen een wijntje.
Answer	Onder de sterrenhemel drinkt de ontieligelijk verliefde stellen een wijntje.
Question	Wie vindt een bijzonder mineraal in de spelonk?/Waar vindt men een bijzonder mineraal?
Answer	In de spelonk vinden de ontzettend vindingrijke geologen een bijzonder mineraal.
Answer	In de spelonk vinden de vindingrijke ontzettend geologen een bijzonder mineraal.
Answer	In de spelonk vindt de ontzettend vindingrijke geologen een bijzonder mineraal.
Question	Wie verlaat het veld in het stadion?/Waar verlaat men het veld?
Answer	In het stadion verlaten de doorlopend bespotten spelers het veld.

Appendix

Answer	In het stadion verlaten de bespotten doorlopend spelers het veld.
Answer	In het stadion verlaat de doorlopend bespotten spelers het veld.
Question	Wie wijst een gevaarlijke slang aan in het woud?/Waar wijst men een gevaarlijke slang aan?
Answer	In het woud wijzen de veelvuldig sprekende gidsen een gevaarlijke slang aan.
Answer	In het woud wijzen de sprekende veelvuldig gidsen een gevaarlijke slang aan.
Answer	In het woud wijst de veelvuldig sprekende gidsen een gevaarlijke slang aan.
Question	Wie helpt de passagiers bij het station?/Waar helpt men de passagiers?
Answer	Bij het station helpen de nachtelijk werkende kruiers de passagiers.
Answer	Bij het station helpen de werkende nachtelijk kruiers de passagiers.
Answer	Bij het station helpt de nachtelijk werkende kruiers de passagiers.
Question	Wie zingt een liedje in het sprookjesbos?/Waar zingt men een liedje?
Answer	In het sprookjesbos zingen de zeer liefallige elfjes een liedje.
Answer	In het sprookjesbos zingen de liefallige zeer elfjes een liedje.
Answer	In het sprookjesbos zingt de zeer liefallige elfjes een liedje.
Question	Wie tekent een formulier op het stembureau?/Waar tekent men een formulier?
Answer	Op het stembureau tekenen de buitengewoon ontevreden kiezers een formulier.
Answer	Op het stembureau tekenen de ontevreden buitengewoon kiezers een formulier.
Answer	Op het stembureau tekent de buitengewoon ontevreden kiezers een formulier.
Question	Wie voert de straf uit op het schavot?/Waar voert men de straf uit?
Answer	Op het schavot voeren de uiterst wrede beulen de straf uit.
Answer	Op het schavot voeren de wrede uiterst beulen de straf uit.
Answer	Op het schavot voert de uiterst wrede beulen de straf uit.
Question	Wie vertelt de plannen in de vergadering?/Waar vertelt men de plannen?
Answer	In de vergadering vertellen de binnenkort aftredende bazen de plannen.
Answer	In de vergadering vertellen de aftredende binnenkort bazen de plannen.
Answer	In de vergadering vertelt de binnenkort aftredende bazen de plannen.
Question	Wie krijgt veel klappen in de ring?/Waar krijgt men veel klappen?
Answer	In de ring krijgen de geenzins zwakke boksers veel klappen.
Answer	In de ring krijgen de zwakke geenzins boksers veel klappen.
Answer	In de ring krijgt de geenzins zwakke boksers veel klappen.
Question	Wie zoekt het juiste perron in de stationshal?/Waar zoekt men het juiste perron?
Answer	In de stationshal zoeken de lichtelijk verontruste heren het juiste perron.
Answer	In de stationshal zoeken de verontruste lichtelijk heren het juiste perron.
Answer	In de stationshal zoekt de lichtelijk verontruste heren het juiste perron.

Appendix 4: Experimental materials for Chapter 5

Congruent/incongruent sentence	Question
In de winter beoefenen mensen sporten zoals badminton, <i>schansspringen/gymnastiek</i> en volleyball binnen.	Beoefenen mensen in de winter verschillende sporten binnen?
In 1912 botste de Titanic op een ijsberg in de <i>Stille/Atlantische</i> Oceaan waardoor vele mensen verdrinken.	Botste de Titanic op een koraalrif?
Veel mensen zweren bij het drinken van kruidenthee, zoals <i>sterrenmix, Earl Grey/brandnetel</i> of rooibos.	Drinken veel mensen kruidenthee?
Met mooi weer gaan veel Nederlanders naar een zwembad, een <i>museum/strand</i> of een bos.	Gaan veel mensen met mooi weer naar de bioscoop?
William Shakespeare heeft vele <i>komedies/tragedies</i> geschreven, zoals <i>MacBeth, Romeo & Julia</i> en <i>Hamlet</i> .	Heeft Shakespeare <i>Hamlet</i> geschreven?
Sicilië is door de maffia misschien wel het meest bekende <i>noord/zuid</i> Italiaanse eiland bij het grote publiek.	Is Sicilië bekend vanwege de maffia?
Het is gevaarlijk om in zee te gaan zwemmen vlak <i>voordat/nadat</i> je een maaltijd gegeten hebt.	Kan het gevaarlijk zijn om in zee te gaan zwemmen?
Van 2001 tot 2009 was Bush de <i>premier/president</i> van de Verenigde Staten van Amerika.	Leidde Bush Amerika van 2001 tot 2009?
De eerste bus rijdt 's ochtends vroeg al, nog voordat de lantarenpalen <i>aangegaan/uitgegaan</i> zijn in de straten.	Rijdt de eerste bus 's ochtends vroeg?
Griekenland staat bekend om olijfproducten zoals <i>tapenade, feta/gevulde</i> olijven en olijfolie.	Staat Griekenland bekend om de vele soorten pasta?
Toeristen die naar Cuba gaan waarderen vooral de rum, de befaamde Cubaanse <i>sigaretten/sigaren</i> en het zonnige weer.	Waarderen toeristen vooral de opgravingen op Cuba?
De Olympische Winterspelen van 2010 werden georganiseerd in de <i>Amerikaanse/Canadese</i> bergen bij Vancouver.	Waren de laatste Winterspelen in 2008?
In 1492 <i>stichtte/ontdekte</i> Columbus Amerika na een zeer gedurfde overtocht.	Was de overtocht van Columbus gemakkelijk?
Tortilla's worden geserveerd met een saus van gepureerde <i>artissjokken/avocado, guacamole</i> genaamd.	Worden tortilla's vaak geserveerd met guacamole?
Het gesmolten gesteente dat van een vulkaan naar beneden loopt tijdens een <i>aardbeving/uitbarsting</i> wordt ook wel lava genoemd.	Wordt gesmolten gesteente ook wel gruis genoemd?
Hamlet's meest bekende frase uit het stuk <i>MacBeth/Hamlet</i> is: "to be or not to be".	Zegt Hamlet: "To be or not to be"?
Op 21 juli 1969 zette <i>Louie/Neil</i> Armstrong als eerste voet op de maan.	Zette de eerste mens in 1980 voet op de maan?
Er zijn vijf diakritische symbolen toegevoegd aan de 26 <i>nummers/letters</i> van het Franse alfabet.	Zijn er zeven diakritische symbolen aan het Franse alfabet toegevoegd?
In het Nederlands heten de <i>kinderen/neefjes</i> van Donald Duck Kwik, Kwek en Kwak.	Zijn Kwik, Kwek en Kwak broertjes?
De beroemde kat-en- <i>hond/muis</i> cartoonfiguren Tom en Jerry zijn niet bedacht door Walt Disney.	Zijn Tom en Jerry bedacht door Walt Disney?
Volgens het bijbelboek Genesis bracht <i>Mozes/Noach</i> twee dieren van iedere soort op de ark.	
Tijdens het autorijden in Engeland en Ierland is het belangrijk om <i>rechts/links</i> op de weg te rijden.	
In het dagelijks gebruik bedoelt men met water de vloeibare fase van <i>CO₂/H₂O</i> en niet ijs of stoom.	
De planeten en sterren worden nauwkeurig bestudeerd door <i>antropologen/astrologen</i> overal ter wereld.	
Komende week bereikt het <i>lage/hogedrukgebied</i> Nederland en kunnen we zonnigere en warmere dagen verwachten.	
Om veiligheidsredenen worden tassen gecontroleerd op messen, <i>lepels/scharen</i> en andere scherpe voorwerpen.	
Voor een Thaise viscurry heb je witvis nodig, zoals kabeljauw, <i>zalm/tilapia</i> of verse zeebaars.	
Iedereen houdt wel van fruitsalade met verse vruchten zoals meloen, appel, <i>rozijnen/druiven</i> en sinaasappel.	
In de winter valt er meer neerslag, zoals hagel, <i>vorst/sneeuw</i> en regen dan in andere seizoenen.	
De paranormaal begaafde Uri Geller is bekend van het buigen van <i>vorken/lepels</i> en het beschrijven van afgedekte tekeningen.	
Na pretparken in Tokyo en Hong Kong, wordt ook een <i>EuroDisney/Disneyland</i> -resort in Shanghai gebouwd.	
Na een huwelijk van twee jaar scheidde de man van zijn <i>verloofde/vrouwen</i> verkocht hij het huis.	
De spion hield de vijand met een <i>microscop/verrekijker</i> in de gaten, en hij zag hem zijn spullen inpakken.	
Bill Gates trad in 2000 af als directeur van <i>MacIntosh/Microsoft</i> , maar hij bleef wel veel invloed houden.	
Na het verliezen van de tenniswedstrijd klaagde de speler over de kwaliteit van de <i>shuttles/tennisballen</i> en van de tennisbaan.	

Appendix

Om volop te profiteren van het daglicht worden de klokken een uur <i>achteruit/vooruit</i> gezet in het voorjaar.	
Hawaï staat bekend om de meisjes met mooie bloemen in hun <i>blonde/donkere</i> haar die rieten rokjes dragen.	
Steeds meer jonge tienermeisjes sturen via een <i>sms/mms</i> -bericht een spannende foto van zichzelf.	
In Intratuin kun je de bollen kopen van hyacinten, tulpen <i>enmadeliefjes/narcissen</i> in het voorjaar.	
Tijdens balsporten zoals handbal, <i>badminton/voetbal</i> en hockey staat het doel stevig verankerd op het veld.	
Om de vier jaar is er een schrikkeljaar met <i>29/366</i> dagen volgens onze Gregoriaanse kalender.	
Egypte is beroemd om zijn eeuwenoude pyramides, de rivier de <i>Tigris/Nijl</i> en de sfinx.	
Bij het schaakspel zijn de koning, de dame, de <i>boeren/lopers</i> en de paarden belangrijke stukken.	
Celine Dion en Kylie Minogue zijn voorbeelden van bekende <i>rock/pop</i> diva's die erg succesvol zijn.	
Scrabble is een <i>kaartspel/bordspel</i> waarbij je punten behaalt met het maken van woorden.	
Vampieren kunnen niet tegen knoflook, kruisbeeldjes en <i>bloed/wijwater</i> , en kunnen ook geen daglicht verdragen.	
Pandaberen eten grote hoeveelheden <i>palmladeren/bamboe</i> en worden zelden buiten China aangetroffen.	
Omdat ze haar glazen muiltje had verloren na het bal, kon de prins <i>Sneeuwitje/Assepoester</i> terugvinden.	
Kinderen geloven dat Zwarte Piet hun <i>verjaardags/Sinterklaas</i> cadeautjes door de schoorsteen bezorgt.	
Robin Hood was een goedmoedige dief die geld stal van de <i>armen/rijken</i> en kon boogschieten als geen ander.	
De carrière van Michael Jackson begon met de band Jackson <i>Four/Five</i> in de jaren zestig.	
In 2009 werd de nobelprijs voor de vrede uitgereikt <i>door/aan</i> president Obama van de VS.	
Gebarentaal komt in alle gemeenschappen van <i>blinde/dove</i> mensen voor, waar ook ter wereld.	
Blindegeleidehonden worden speciaal getraind om <i>dove/blinde</i> mensen te helpen om zelfstandig over straat te lopen.	
Toen de bergbeklimmer zijn arm had gebroken moest hij met een <i>ooprek/mitella</i> over straat.	
Vanwege hun dikke pels kunnen ijsberen goed op de <i>zuidpool/noordpool</i> overleven.	
Volgens het KNMI komen er jaarlijks 2 Nederlanders door <i>donderslag/blikseminslag</i> om het leven.	
Auto's van Toyota zijn al jaren het product van een <i>Koreans/Japanse</i> kwaliteitsconcern.	
Volgens de Romeinse mythes kon de oorlogsgod <i>Cupido/Mars</i> de legers helpen of ten gronde richten.	
In het zogenaamde rode boekje staan de belangrijkste <i>kapitalistische/communistische</i> uitspraken van Mao Tse Tung.	
Overall ter wereld bereidt MacDonald's zijn bekende <i>whoppers/big macs</i> met exact dezelfde ingrediënten.	
Michael Jackson won voor zijn doorbraak een welverdiende <i>Oscar/Grammy</i> met zijn album Thriller.	
Kellogg's cornflakes zijn ontbijtgranen, gemaakt van de beste <i>haver/mais</i> die licht wordt geroosterd.	
Lucky Luke kan zo snel schieten, dat hij zijn eigen <i>spiegelbeeld/schaduw</i> zou kunnen raken.	
Ikea verkoopt sets van bij elkaar horende meubels, zoals een keukentafel met vier <i>leun/keuken</i> stoelen in dezelfde kleur.	
Een Nespressomachine is handig en schoon, omdat je er gemakkelijk <i>pads/cups</i> in kan doen om koffie te zetten.	
Om een goed biertje te brouwen heb je water, gerst en <i>rogge/hop</i> nodig in specifieke verhoudingen.	
Marian had de mp3'tjes op een <i>floppie/usb-stick</i> opgeslagen toen ze het album had gedownload.	
Om anderen geen geluidsoverlast te bezorgen, kan je een <i>versterker/koptelefoon</i> aan sluiten op de stereoinstallatie.	
Veel werknemers krijgen RSI als ze met de <i>printer/computer</i> moeten omgaan gedurende langere tijd per dag.	
Vele speciale biersoorten zoals Leffe en La Chouffe worden vanuit <i>Bulgarije/Belgie</i> naar Nederland geïmporteerd	
Tijdens de gayparade komen veel kleurige homo's en lesbiennes naar <i>Rotterdam/Amsterdamse</i> om te feesten.	
Op de eerste, warme lentedag van het jaar zitten de <i>kantoren/terrasjes</i> vol met mensen die in het zonnetje een drankje drinken.	
Sinds de invoering van het rookverbod hebben kleine <i>hotels/cafés</i> moeite het hoofd boven water te houden.	
Sommige huishoudelijke taken zoals de was doen en <i>douchen/strijken</i> worden voornamelijk door vrouwen gedaan.	
De NS liet weten dat de ontspoorde <i>tram/trein</i> veel schade aan de rails had veroorzaakt.	

In het brandende huis konden de brandweermannen weinig zien door de dichte <i>mist/rook</i> die er hing.	
De gitarist van Pearl Jam brak de snaar van zijn <i>drumstel/gitaar</i> tijdens het derde nummer.	
Lance Armstrong droeg een <i>paars/geel</i> armbandje wat het symbool van zijn stichting is.	
De Scandinavische hoofdsteden Stockholm, Oslo en <i>Hamburg/Helsinki</i> zijn dure vakantiebestemmingen.	
In de strengbewaakte Bijlmergevangenis riepen de opstandige <i>cipiers/gevangenen</i> allerlei scheldwoorden vanuit hun cellen.	
In veel winkelcentra staan dak- en thuislozen de <i>Metro/straatkrant</i> aan voorbijgangers te verkopen.	
Op zondagochtend ontbijten veel gezinnen uitgebreid met een hardgekookt <i>broodje/ei</i> en vers sap.	
De ontwerper Otazu heeft een dure, gouden ketting met een bijpassende <i>schoenveter/armband</i> op de markt gebracht.	
De bejaarde man in de rolstoel nam in zijn flatgebouw de <i>trap/lift</i> naar de eerste verdieping.	
De visite liep binnen met bemodderde schoenen en maakte zo het <i>wandkleed/vloerkleed</i> uit Peru vies.	
De kinderen hadden hun zwemdiploma gehaald en mochten nu voor het eerst <i>met/zonder</i> bandjes om het water in.	
Het lekkerste pannenkoekbeslag maak je met bloem, eieren, <i>stroop/melk</i> en een snufje zout.	
Na de lange vertraging nam het vliegtuig de reizigers mee vanaf <i>Amsterdam CS/schiphol</i> op de stakingsdag.	
Tapas zijn hapjes die bij een typisch <i>Italiaanse/Spaanse</i> maaltijd niet mogen ontbreken.	
Door files waren eindeloze vertragingen ontstaan op het <i>spoor/wegennet</i> rond de stad.	
Het colosseum wordt door veel toeristen in <i>Florence/Rome</i> bezocht het hele jaar door.	
Shoarma wordt traditioneel gemaakt van pittig gekruid <i>varkensvlees/lamsvlees</i> in het midden-oosten.	
De vaak rijk belegde pizza's zijn een <i>Catalaanse/Napolitaanse</i> specialiteit en hebben meestal een basis van tomatensaus.	
De Britse zanger <i>Robin/Robbie</i> Williams was het meest populaire bandlid van Take That.	
De meeste studenten hebben van <i>Edisons/Einsteins</i> baanbrekende theorie gehoord over relativiteit.	
In de jaren tachtig was Margeret Thatcher de <i>president/premier</i> van het Verenigd Koninkrijk.	
Albert. C. Read was de eerste piloot die met een <i>zeilboot/vliegtuig</i> de Atlantische oceaan overstak.	
In de jaren 80 ontwikkelde Sony de walkman waarmee je <i>diskettes/cassettes</i> kunt beluisteren.	
Nelson Mandela is een van de meest beroemde <i>Zuid-Amerikaanse/Zuid-Afrikaanse</i> strijders voor gelijke rechten van zwarten.	
In het Engelse Stonehenge is ooit een <i>groot vierkant/grote cirkel</i> van stenen gebouwd.	
In de bollenstreek zijn grote velden met <i>orchideeen/tulpen</i> die een bekend exportproduct zijn.	
De popularie comedyserie Allo Allo over de <i>eerste/tweede</i> wereldoorlog speelt zich af in Frankrijk.	
Volgens de legende schoot Willem Tell een <i>hoed/appel</i> van iemands hoofd	
Als hoofdstad van China is <i>Shang Hai/Peking</i> een belangrijk centrum van Handel en toerisme.	
Op de Nederlandse snelwegen mogen auto's 100 of 120 <i>meter/kilometer</i> per uur rijden.	
De eurostar reed als eerste hogesnelheidstrein via de <i>Mont-Blanc tunnel/Kanaaltunnel</i> naar Londen toe.	
Toen de benzinetank van haar auto leeg was, <i>reed/liep</i> de vrouw naar het dichtstbijzijnde pompstation.	
Door het homohuwelijk konden de twee mannen eindelijk kinderen <i>krijgen/adopter</i> en na jaren van wachten.	
Na het overlijden van je man is het in sommige culturen normaal om met de broer van de <i>weduwe/overledene</i> te trouwen.	
Marius sloeg met de hamer tien lange <i>schroeven/spijkers</i> in de deksel van de kist.	
Om niet gezien te worden veranderen <i>salamanders/kameleons</i> hun kleur in die van hun omgeving.	
Tijdens de winter staan koeien vaak in een <i>hooiberg/stal</i> wegens de kou.	
Walvissen zwommen zonder problemen in het ijskoude water van <i>het meer/de zee</i> dankzij hun dikke speklaag.	
In het kantoor was het bloedheet die zomer omdat de <i>cv-ketel/air</i> conditioning het had begeven.	
Met panelen op het dak van het huis kunnen particulieren zelf <i>wind/zonne</i> -energie opwekken voor hun huishouden.	
Tijdens de huwelijksreis naar Venetië werd het stel met een <i>kano/gondel</i> rondgevoerd door de kanalen.	
Bachelorstudenten schrijven hun <i>proefschrift/scriptie</i> in het laatste jaar.	

Appendix

Toen de dynamo kapot ging, verving de fietsenmaker ook de <i>batterijtjes/kabeltjes</i> van de verlichting.	
In Almere werd tijdens de stadsverbouwing een aantal <i>historische/oudere</i> panden opgeknapt.	

Summary

During communication, information structure can be used to highlight the most relevant information. It divides the information into two parts: focus and background. Focus marks the most relevant information to the interlocutors, while background is the information that is already shared between them. This thesis aims to investigate the cognitive function of information structure during language comprehension from a neurocognitive perspective. Three ERP experiments were performed to examine the influence of information structure on both semantic and syntactic processing. Then an fMRI experiment was conducted to investigate the neural correlates of information structure in modulating semantic processing.

The first two studies (Chapter 2 and 3) examined how information structure modulates the depth of semantic processing. Information structure was marked by *wh*-question context during reading (Chapter 2), or by pitch accent in the answers during listening (Chapter 3). The N400 brain response elicited by semantic incongruence was taken as an index of the depth semantic processing. The results showed that the focused information and the accented focus produced a larger N400 effect than the conditions in which information was not in focus.

The third study (Chapter 4) addressed whether information structure also has influence on the depth of syntactic processing. In question-answer pairs, subtle (number agreement) or salient (phrase structure) syntactic violations were placed either in focus or in non-focus position by *wh*-question context. P600 effects to these violations reflect the depth of syntactic processing. For subtle violations, a P600 effect was observed in the focus condition, but not in the non-focus condition. For salient violations, comparable P600 effects were found in both conditions. These results indicate that information

structure can modulate the depth of syntactic processing, but that this effect depends on the salience of the information. When subtle violations are not in focus, they are processed less elaborately.

The findings in the above studies suggest that information structure could modulate the depth of both semantic and syntactic processing. This modulation is presumably due to the role of information structure in modulating attentional resources. This hypothesis was tested in an fMRI study (Chapter 5). This study examined whether pitch accent, used for marking focus, recruited general attention networks during sentence comprehension. In a language task, the prosody and congruence of sentences were independently manipulated. We compared the regions activated by pitch accent to attention networks localized in an auditory spatial attention task. Both tasks activated bilateral superior/inferior parietal cortex, superior temporal cortex, and left precentral cortex, suggesting a domain general attention network activated by information structure marking. Furthermore, the activation of bilateral inferior parietal regions was modulated by the sentence congruence: the largest activations were found when the incongruent word carried a pitch accent. It suggests that the activation of attention networks is sensitive to linguistic content.

In conclusion, information structure modulates both semantic and syntactic processing. This modulation is mediated by recruiting more attentional resources to the most relevant information. In addition, the reduced ERP effects in response to violations in the non-focus conditions are compatible with the notion that language is processed in a “good enough” manner, implying that people sometimes engage in shallow processing and achieve incomplete representations.

Samenvatting

Tijdens communicatie kan informatiestructuur (IS) worden gebruikt om de meest relevante informatie te markeren. IS verdeelt de informatie in twee delen: focus, en achtergrond. Focus markeert de informatie die het meest relevant is voor de gesprekspartner(s), terwijl achtergrond die informatie is die reeds door de gesprekspartners wordt gedeeld. Het doel van het werk in dit proefschrift is vanuit een neurocognitief perspectief bestuderen wat de cognitieve functie is van IS tijdens taalverwerking. Er zijn drie ERP experimenten uitgevoerd om de invloed van IS op semantische en syntactische verwerking te bestuderen. Daarnaast is er een fMRI experiment gedaan om de neuronale correlaten te bestuderen van IS in het moduleren van semantische verwerking.

In de eerste twee studies (Hoofdstukken 2 en 3) werd onderzocht hoe IS de diepte van semantische verwerking moduleert. IS werd gemarkeerd door een *wh*-vraag context tijdens lezen (Hoofdstuk 2), of door toonhoogte-accent (*pitch accent*) in de antwoorden tijdens luisteren (Hoofdstuk 3). De N400 hersenrespons die werd opgeroepen door semantische incongruentie werd gebruikt als een index van de diepte van semantische verwerking. De resultaten laten zien dat de condities waarin het kritieke woord in focus is, en geaccentueerd, een groter N400 effect produceren dan de condities waarin de informatie niet in focus is.

De derde studie (Hoofdstuk 4) stelde aan de orde of IS ook een invloed heeft op de diepte van syntactische verwerking. In vraag-antwoord paren werden ofwel subtiele (getalsovereenkomst) ofwel saillante (zinsstructuur) syntactische schendingen in focus, danwel niet in focus aangeboden, door middel van de *wh*-vraag context. P600 effecten van deze schendingen weerspiegelen de diepte van syntactische verwerking. Voor

subtiele schendingen werd een P600 effect geobserveerd in de focus conditie, maar niet in de niet-focus conditie. Voor saillante schendingen werd in beide condities een P600 effect gevonden. Deze resultaten geven aan dat IS de diepte van syntactische schendingen kan moduleren, maar dat dit effect afhangt van de saillantie van de informatie. Als subtiele schendingen niet in focus zijn, worden ze minder uitgebreid verwerkt.

De bevindingen in bovenstaande studies duiden erop dat IS de diepte van zowel semantische als syntactische schendingen kan moduleren. Deze modulatie zou het gevolg kunnen zijn van de rol van IS in het moduleren van aandacht-capaciteitsbronnen. Deze hypothese werd getoetst middels een fMRI studie (Hoofdstuk 5). Deze studie richtte zich specifiek op de vraag of toonhoogte-accent, dat wordt gebruikt om focus te markeren, algemene aandachtsnetwerken recruteert tijdens zinsverwerking. Tijdens een taalzaak werden prosodie en semantisch/pragmatische congruentie van zinnen onafhankelijk gemanipuleerd. Gebieden die geactiveerd werden door toonhoogte-accent werden vergeleken met gebieden die werden geactiveerd tijdens een audtieve spatiele aandachtstaak. Beide taken activeerden bilateraal de superior/inferior parietale cortex, de superior temporale cortex, en de linker precentrale cortex. Dit suggereert dat IS markering inderdaad een algemeen aandachtsnetwerk activeert. Voorts werd de activatie van bilateraal inferior parietale gebieden gemoduleerd door zins-congruentie: de grootste activaties werden gevonden wanneer het incongruente woord toonhoogte-accent droeg. Dit op zijn beurt suggereert dat de activatie van aandachtsnetwerken gevoelig is voor semantisch/pragmatische aspecten van taal.

Concluderend kan worden gezegd dat IS zowel semantische als syntactische verwerking moduleert. Deze modulatie wordt gemedieerd door het recruteren van meer

aandacht-capaciteitsbronnen voor de meest relevante informatie. Daarbij zijn de gereduceerde ERP effecten als gevolg van schendingen in de niet-focus condities in overeenstemming met de notie dat taal volgens een “goed-genoeg” strategie (*good-enough comprehension*) wordt verwerkt. Dit impliceert dat taalgebruikers soms gebruik maken van oppervlakkige verwerking, en dan tot onvolledige taalrepresentaties komen.

中文概述

在日常语言交流中，信息结构可以用来标记重要的信息。信息结构将信息划分为焦点和背景两类。焦点信息是说话双方最为关注的信息，而背景信息为说话双方所共享的已有的信息。本研究考察了在语言理解过程中信息结构的认知功能及其神经基础。其中，实验一、二、三采用脑电技术考察了信息结构对语义和句法加工深度的影响，实验四采用功能磁共振技术考察了信息结构调控语义加工的神经基础。

实验一和实验二（第二章和第三章）考察了信息结构如何影响语义加工深度。问答句对中的问题语境（第二章）或者答句中的重读（第三章）被用来标记信息结构，而由语义违反诱发的 N400 效应指示了语义加工的深度。结果表明，问题语境下的焦点信息和重读的焦点信息相对于其他条件（非焦点信息，或者不被重读的信息）产生了较大的 N400 效应。

实验三（第四章）考察了信息结构是否也对句法加工有影响。在问答句对中，问题语境使得微小的（数的一致性）或者明显的（短语结构）句法违反位于焦点或者非焦点位置。对于微小的句法违反来说，焦点位置上的违反产生了 P600 效应，而非焦点位置上没有产生明显的 P600 效应。对于明显的句法违反来说，焦点和非焦点位置上都产生了 P600 效应。这些结果表明，信息结构可以调控句法加工深度，但是这一调控作用依赖于信息的凸显性，即不凸显的非焦点信息获得较浅的加工。

以上研究结果表明信息结构可以调控语义和句法加工。这一调控可能与信息结构调控注意资源的作用有关。这一假设在实验四中进行了检验（第五章）。实验四采用脑成像技术考察了用来标记焦点信息重读是否在句子理解过程中激活了一

个一般性的注意网络。在语言任务中，我们操纵了重读方式和语义合理性两个因素。重读和另外一个听觉空间注意任务都激活了双侧顶叶上部和下部，额上回和左侧中央前回，这些共同激活的注意区域表明信息结构激活了一个一般性的注意网络。另外，双侧顶叶上部和下部的激活受到句子合理性的影响，即当不合理性的词语被重读的时候，这一区域被最大程度的激活。因此，注意网络的激活受语义合理性的调控。

总体而言，信息结构调控了语义和句法的加工深度。这一调控源于更多的注意资源分配到焦点信息之上。另外，非焦点位置上较浅程度的语义或句法加工反映了语言加工中的“刚刚好”原则，即人们有时进行浅层的加工而建立不完整的语义或者句法表征。

Acknowledgements

The last three years has been the most memorable journey of my life, full of challenges and accomplishments. The culture difference, the language barriers, the transition from psychology to neuroscience, any of them could have beaten me without the support of many people. I would like to show my gratitude to the ones who have made this thesis possible.

First of all, I owe my deepest gratitude to my supervisor, Peter Hagoort. You built a big umbrella under which I could do my research with a great freedom. I started with very little knowledge in neurocognition of language as well as limited English communication skill. I really appreciated that you had confidence in me and provided me the opportunity to work with you. Your profound knowledge, insightful ideas and valuable suggestions always help me to solve my puzzles. Your encouragements unleashed my potential and made me travel this long journey to the end. My Chinese supervisor, Yufang Yang, thank you for leading me into the realm of psycholinguistics, for providing me the opportunity to study abroad. I learned a lot from your enthusiasm and integral view on research, which paved my way to success.

I'm also extremely grateful to my co-promoter, Marcel Bastiaansen. Your immense knowledge and great patience guide me to the end of this journey, with your bright smile lighting up my way. You invested so much time in teaching me data analysis, programming and English academic writing. You've taught me how to enjoy the work as well as my life. Thank you!

It is also a great pleasure to work with another two PIs. Karl-Magnus Petersson, your invaluable suggestions helped me to finish my fMRI study. Ole Jensen, your encouragements and enthusiasm always inspire me when I feel frustrated.

I would also like to thank the members of the manuscript committee: Herbert Schriefers, Jos van Berkum and Christine Dimroth, for taking the time and effort to read and assess my thesis.

What's more, I am indebted to my colleagues in the neurobiology of language group: Jos van Berkum, Daniel Casasant, Caroline Junge, Huadong Xiang, Line Burholt Kristensen, Julia Udden, Irina Simanova, Sarah Dolscheid, Katrien Segaert, Kirsten Weber, Miriam Kos, Tessa van Leeuwen, Tineke Snijders, Laura Menenti, Roel Willems, Dan Dediu, Jana Basnakova, Salomi Asaridou, Meinou de Vries, Zude Zhu, Laura Casasanto, Petra van Alphen, Dan Acheson, Vicky Lai, Mingyuan Chu, Izabela Mikula, Judith Holler, Annika Hulten. I benefit a lot from our brain-storming discussions. My sweet officemate, Caroline, you always take good care of me, we can laugh and cry together about anything. Line, we worked so efficiently together, and you are a great friend to me. Huadong, we've been sharing the same apartment for all the three years. They all say that we look so harmony together. To me, you are more than a colleague or a friend, you are my family. It is great that you can be my paranimf, standing by me during the ceremony. My the other paranimf, Julia Udden, as a great friend and colleague, your excellent organizational skills make my final steps to the doctoral degree much easier.

I would like to thank many people who have assisted me to construct my materials or conduct my experiments: Merel van Rees Vellinga, Jacqueline de Nooijer, Tomas Bergvelt, Yvonne Fonken, Daphne van Moerkerken, Geoff Brookshire, Kyle Jasmin, Joost Rommers, Vitória Piai.

I am also grateful to Ina Grevel, Tildie Stijns, Nanjo Bogdanowicz, Ad Verbunt, Alex Dukers, Johan Weustink, Gerd Klaas, Paul Gaalman, Guido van Wingen. You provided me with all the help I need for my research. This thesis can not be finished in time without your support.

There are all the other people who have made Nijmegen a very special place for me. Shaozheng Qin, you always stands by me and gives me your hand whenever I need. Xiao Liu, you are such a generous person, I never get disappointed when I ask for help from you. Wencui Zhou, Zeshu Shao, Aaju Chen, Loan Vuong, Chenghua Bai, Carmen Kung, Jiyoun Choi, Roberto Bottini, Tom Gijssels, Christian Hoffman, Marjolijn van Gelder, Jana Krutwig, Maneula Schuetze, Laura Arendsen, Lilla Magyari. You make my life in Nijmegen more enjoyable.

Next, I would like to thank my friends in China. Jianhui Wu, you have given me so many valuable suggestions, every chat between us is a great lesson for me. Tongran Liu, Liang Zhang, Hui Cao, Chunshan Deng, Bing Liu, Li Zhang, you are my closest friends. I can share anything with you. Weijun Li, Qingfang Zhang, Su Li, Xiaoqing Li, Jianjun Zhao, Bing Gao, Lu Gao, Jinchun Yang, you are my older sisters and brothers who almost spoiled me with your love and tolerance. Your distant support makes this thesis possible.

Last but not least, I would like to thank my parents and my brother for your unconditional love and supports. Home is always a safe harbor no matter how far I travel.

Curriculum Vitae

Lin Wang was born on November 20th, 1982 in Baoding, Hebei, China. After her secondary education, she studied psychology at Beijing Normal University in China. She received her bachelor's degree in 2005. Then she started a combined master's and doctorate program in the Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences in Beijing. In February 2008, she started to study in Max Planck Institute for Psycholinguistic in the Netherlands under a PhD joint training program funded by the Royal Netherlands Academy of Sciences and Arts (KNAW) and Chinese Academy of Sciences (CAS). Under the supervision of Prof. Hagoort, Prof. Yang and Dr. Bastiaansen, she mainly investigated the role of information structure during language comprehension. The results of her work have been reported in her thesis. She also studied the neural oscillations during semantic unification. She received a doctoral degree in China in May 2010. After that, she continued to pursue her PhD degree in the Netherlands. Since July 2011, she continues her research on the interface between language, attention and emotion as an assistant professor at the Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences in Beijing.

List of Publications

Wang, L., Jensen, O., Van den Brink, D., Weder, N., Schoffelen, J., Magyari, L., Hagoort, P., & Bastiaansen, M. C. M. (In press). Beta oscillations relate to the N400m during language comprehension. *Human Brain Mapping*.

Wang, L., Bastiaansen, M. C. M., Yang, Y., & Hagoort, P. (2011). The influence of information structure on the depth of semantic processing: How focus and pitch accent determine the size of the N400 effect. *Neuropsychologia*, 49, 813-820.

Wang, L., Hagoort, P., & Yang, Y. (2009). Semantic illusion depends on information structure: ERP evidence. *Brain Research*, 1282, 50-56.

Wang, L., Bastiaansen, M. C. M., Yang, Y., & Hagoort, P. (submitted). Information structure influences depth of syntactic processing: Event-related potential evidence for the Chomsky illusion.

Wang, L.*, Kristensen, L.B.*, Petersson, K., & Hagoort, P. (submitted). The interface between language and attention: Prosodic focus marking recruits a general attention network in spoken language comprehension. (* Equal contributors)

MPI series in psycholinguistics

1. The electrophysiology of speaking: Investigations on the time course of semantic, syntactic, and phonological processing. *Miranda van Turenhout*
2. The role of the syllable in speech production: Evidence from lexical statistics, metalinguistics, masked priming, and electromagnetic midsagittal articulography. *Niels O. Schiller*
3. Lexical access in the production of ellipsis and pronouns. *Bernadette M. Schmitt*
4. The open-/closed-class distinction in spoken-word recognition. *Alette Haveman*
5. The acquisition of phonetic categories in young infants: A self-organising artificial neural network approach. *Kay Behnke*
6. Gesture and speech production. *Jan-Peter de Ruiter*
7. Comparative intonational phonology: English and German. *Esther Grabe*
8. Finiteness in adult and child German. *Ingeborg Lasser*
9. Language input for word discovery. *Joost van de Weijer*
10. Inherent complement verbs revisited: Towards an understanding of argument structure in Ewe. *James Essegbey*
11. Producing past and plural inflections. *Dirk Janssen*
12. Valence and transitivity in Saliba: An Oceanic language of Papua New Guinea. *Anna Margetts*
13. From speech to words. *Arie van der Lugt*
14. Simple and complex verbs in Jaminjung: A study of event categorisation in an Australian language. *Eva Schultze-Berndt*
15. Interpreting indefinites: An experimental study of children's language comprehension. *Irene Krämer*
16. Language-specific listening: The case of phonetic sequences. *Andrea Weber*
17. Moving eyes and naming objects. *Femke van der Meulen*
18. Analogy in morphology: The selection of linking elements in Dutch compounds. *Andrea Krott*
19. Morphology in speech comprehension. *Kerstin Mauth*

20. Morphological families in the mental lexicon. *Nivja H. de Jong*
21. Fixed expressions and the production of idioms. *Simone A. Sprenger*
22. The grammatical coding of postural semantics in Goemai (a West Chadic language of Nigeria). *Birgit Hellwig*
23. Paradigmatic structures in morphological processing: Computational and cross-linguistic experimental studies. *Fermín Moscoso del Prado Martín*
24. Contextual influences on spoken-word processing: An electrophysiological approach. *Daniëlle van den Brink*
25. Perceptual relevance of prevoicing in Dutch. *Petra M. van Alphen*
26. Syllables in speech production: Effects of syllable preparation and syllable frequency. *Joana Cholin*
27. Producing complex spoken numerals for time and space. *Marjolein Meeuwissen*
28. Morphology in auditory lexical processing: Sensitivity to fine phonetic detail and insensitivity to suffix reduction. *Rachèl J. J. K. Kemps*
29. At the same time...: The expression of simultaneity in learner varieties. *Barbara Schmiedtová*
30. A grammar of Jalonke argument structure. *Friederike Lüpke*
31. Agrammatic comprehension: An electrophysiological approach. *Marlies Wassenaar*
32. The structure and use of shape-based noun classes in Miraña (North West Amazon). *Frank Seifart*
33. Prosodically-conditioned detail in the recognition of spoken words. *Anne Pier Salverda*
34. Phonetic and lexical processing in a second language. *Mirjam Broersma*
35. Retrieving semantic and syntactic word properties. *Oliver Müller*
36. Lexically-guided perceptual learning in speech processing. *Frank Eisner*
37. Sensitivity to detailed acoustic information in word recognition. *Keren B. Shatzman*
38. The relationship between spoken word production and comprehension. *Rebecca Özdemir*
39. Disfluency: Interrupting speech and gesture. *Mandana Seyfeddinipur*
40. The acquisition of phonological structure: Distinguishing contrastive from non-contrastive variation. *Christiane Dietrich*

41. Cognitive cladistics and the relativity of spatial cognition. *Daniel B.M. Haun*
42. The acquisition of auditory categories. *Martijn Goudbeek*
43. Affix reduction in spoken Dutch. *Mark Phymaekers*
44. Continuous-speech segmentation at the beginning of language acquisition: Electrophysiological evidence. *Valesca Kooijman*
45. Space and iconicity in German Sign Language (DGS). *Pamela Perniss*
46. On the production of morphologically complex words with special attention to effects of frequency. *Heidrun Bien*
47. Crosslinguistic influence in first and second languages: Convergence in speech and gesture. *Amanda Brown*
48. The acquisition of verb compounding in Mandarin Chinese. *Jidong Chen*
49. Phoneme inventories and patterns of speech sound perception. *Anita Wagner*
50. Lexical processing of morphologically complex words: An information-theoretical perspective. *Victor Kuperman*
51. A grammar of Savosavo, a Papuan language of the Solomon Islands. *Claudia Wegener*
52. Prosodic structure in speech production and perception. *Claudia Kuzla*
53. The acquisition of finiteness by Turkish learners of German and Turkish learners of French: Investigating knowledge of forms and functions in production and comprehension. *Sarah Schimke*
54. Studies on intonation and information structure in child and adult German. *Laura de Ruiter*
55. Processing the fine temporal structure of spoken words. *Eva Reinisch*
56. Semantics and (ir)regular inflection in morphological processing. *Wieke Tabak*
57. Processing strongly reduced forms in casual speech. *Susanne Brouwer*
58. Ambiguous pronoun resolution in L1 and L2 German and Dutch. *Miriam Ellert*
59. Lexical interactions in non-native speech comprehension: Evidence from electro-encephalography, eye-tracking, and functional magnetic resonance imaging. *Ian FitzPatrick*
60. Processing casual speech in native and non-native language. *Annelie Tuinman*
61. Split intransitivity in Rotokas, a Papuan language of Bougainville. *Stuart Robinson*

62. Evidentiality and intersubjectivity in Yurakaré: An interactional account. *Sonja Gipper*
63. The influence of information structure on language comprehension: A neurocognitive perspective. *Lin Wang*