



ΑΠΟ ΤΗΝ ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΕΚΠΥΡΩΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΗΡΑΚΛΕΙΤΟ, ΣΤΙΣ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΘΕΩΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΟΙΡΑ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ

Κωνσταντίνος Καλαχάνης

Δρ Φιλοσοφίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

kkalachan@phys.uoa.gr

Milan S. Dimitrijevic

Astronomical Observatory, Volgina 7, 11060 Belgrade, Serbia

mdimitrijevic@aob.bg.ac.rs

Ευστράτιος Θεοδοσίου

Αν. Καθηγητής, Τμήμα Φυσικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

etheodos@phys.uoa.gr

Περίληψη: Ένα βασικό στοιχείο της κοσμολογίας του Ηρακλείτου είναι η αναφορά στην φωτιά ως αρχή και υπόστρωμα όλων των φυσικών διεργασιών. Αλλά εκτός από το υλικό στοιχείο της φωτιάς, ο Ηράκλειτος αναφέρει επίσης ένα άλλο είδος φωτιάς, τον κεραυνό, ο οποίος χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη νόησης. Η κοσμολογία του, ωστόσο, χαρακτηρίζεται από τον κεραυνό που προέρχεται από την αύξηση της φωτιάς που ονομάζεται *κόρος* (= κορεσμός). και σχετίζεται με το φαινόμενο της εκπύρωσης όπου τα πάντα καταστρέφονται στη φωτιά από την οποία έρχεται η ζωή και ο θάνατος στο σύμπαν. Η θεωρία της εκπύρωσης που αναφέρεται στη συνεχή εναλλαγή μεταξύ γέννησης και θανάτου του Σύμπαντος είναι ανάλογη με τη θεωρία της Μεγάλης Κρίσης.

Λέξεις κλειδιά: πύρ, εκπύρωση, Ηράκλειτος, Μεγάλη Σύνθλιψη

HERACLITUS THEORY OF “ΕΚΠΥΡΩΣΕΙΣ” (EKPYROSEIS) AND MODERN VIEWS ABOUT THE END OF THE UNIVERSE

Abstract: A key element of Heraclitus cosmology is its reference to fire as the principle and substrate of all natural processes. But apart from the material element of the fire, Heraclitus also mentions another kind of fire, the thunderbolt, which is characterized by the existence of intellect. His cosmology, however, is characterized by the ekpyroseis, that comes from the advancing of fire which is called in Greek *κόρος* (= saturation). and is related to the phenomenon of ekpyroseis where everything is destroyed in the fire from which comes life and death in the Universe. The theory of ekpyroseis which refers to the constant alternation between the birth and the death of the Universe is analogous to the theory of Big Crunch.

Keywords: fire, ekpyrosis, Heraclitus, Big Crunch



Ο Ηράκλειτος (535-475 π.Χ.) από την Έφεσο της Μικράς Ασίας ήταν ένας από τους σημαντικότερους στοχαστές της Προσωκρατικής περιόδου της φιλοσοφίας. Το έργο του λέγεται ότι χωρίζεται σε τρία μέρη κοσμολογία (*περί τοῦ παντός*), πολιτική (*πολιτικόν*) και θεολογία (*θεολογικόν*)¹. Ο Ηράκλειτος θεωρείται μάλλον ως μέλος άλλων φιλοσοφικών σχολών και συχνά περιγράφεται ως «σκοτεινός» φιλόσοφος επειδή το έργο του ήταν ασαφές και δύσκολο να κατανοηθεί. Η φιλοσοφία του είναι αντίθετη με εκείνη του Παρμενίδη, πιστεύοντας ότι η πραγματικότητα δεν είναι ακίνητη αλλά κυβερνάται από αιώνια κίνηση και αλλαγή. Ο Ηράκλειτος είναι περισσότερο γνωστός για την κοσμολογία του και ειδικά για αυτή τη θεωρία για τη φωτιά ως αρχικό στοιχείο του Σύμπαντος και επίσης για τη σύγκρουση των αντιθέτων.

Ενδιαφέρον σημείο των απόψεών του είναι η εναλλαγή μεταξύ γέννησης και θανάτου στο Σύμπαν, η οποία λαμβάνει χώρα μέσω περιοδικών καταστροφών του κόσμου που ονομάζονται εκπυρώσεις. Αυτή η άποψη είναι ανάλογη με τη θεωρία της Μεγάλης Σύνθλιψης, αλλά και του Ταλαντούμενου Σύμπαντος στην σύγχρονη Κοσμολογία. Στην παρούσα εργασία θα παρουσιαστεί αρχικά η θεωρία του Ηρακλείτου για το πυρ πυρκαγιά ως αρχικό στοιχείο του Σύμπαντος και οι απόψεις του για τις εκπυρώσεις. Στη συνέχεια θα μελετηθούν τα κοινά σημεία μεταξύ της θεωρίας της εκπυρώσεων, αλλά και των σύγχρονων κοσμολογικών μοντέλων που μιλάνε για το θάνατο και την αναγέννηση του Σύμπαντος.

1. Το πύρ και οι εκπυρώσεις

Η κοσμολογία του Ηρακλείτου χαρακτηρίζεται από συνεχή κίνηση και αλλαγή (*πάντα χωρεῖ καὶ οὐδὲν μένει*- Τα πάντα αλλάζουν και τίποτα δεν παραμένει ακίνητο). Ο Ηράκλειτος χρησιμοποιεί επίσης το παράδειγμα του ποταμού για να συμβολίσει τη συνεχή αλλαγή που κυβερνά το σύμπαν μας, λέγοντας ότι δεν μπορεί κάποιος να μπει στον ίδιο ποταμό δύο φορές². Αυτή η δυναμική άποψη της φύσης εκφράζεται επίσης στο απόσπασμα 53 όπου δηλώνει ότι *ο μὲν πόλεμος, εἶναι ο πατέρας ὅλων (πόλεμος μὲν πατήρ πάντων ἐστίν) και των θεῶν και των ανθρώπων*. Παρά το γεγονός ότι το Σύμπαν ακολουθεί τους νόμους της αλλαγής, εξακολουθεί να υπάρχει αναζήτηση για έναν παράγοντα που διατηρεί την παγκόσμια αρμονία. Σύμφωνα με τον Ηράκλειτο ο παράγοντας αυτός ονομάζεται Λόγος και θεωρείται ως ρυθμιστής του σύμπαντος, υπάρχει σε όλα τα πράγματα και οι άνθρωποι δεν είναι σε θέση να τον καταλάβουν ή να τον βιώσουν (Σέξτος Εμπειρικός, *Προς μαθηματικούς*, VIII, 132).

Εκτός από την ύπαρξη του Λόγου, ο Ηράκλειτος υπεστήριζε ότι όλα προέρχονται από το στοιχείο της φωτιάς: *«Ο Ηράκλειτος και ο Ίπασος ο Μεταποντίνος δέχονται ένα κινούμενο και πεπερασμένο στοιχείο, αλλά ως αρχή θεώρησαν το πυρ και εκ πυρός κατασκευάζουν τα όντα, δια της πυκνώσεως και αραιώσεώς του και τα διαλύουν πάλι σε πυρ. Αυτή είναι η υποκειμένη φύση, διότι τα πάντα αποτελούν μεταβολές του πυρός»³ ()*. Επομένως το στοιχείο

¹ Δ. Λαέρτιος, *Βίοι*, IX, 5-6

² Πλάτων, *Κρατύλος*, 402a

³ Σιμπλίκιος, *Εἰς Φυσ.* 23, 33 Αριστοτέλης, *Μετά τα φυσικά*, 984a



του πυρός αποτελεί υπόστρωμα επί ου οποίου λαμβάνουν χώρα φυσικές διεργασίες όπως η γέννηση και ο θάνατος των όντων. Επιπλέον, ο φιλόσοφος ισχυρίζεται ότι εκτός από το φυσικό στοιχείο του πυρός υπάρχει επίσης ένα ανώτερο είδος του πυρκαγιάς που ονομάζεται *κεραυνός* και έχει σαν χαρακτηριστικό ότι κυβερνά και κατευθύνει (*οΐακίζει*) τα πάντα (B 64).

Ως χαρακτηριστικά του αιωνίου πυρός αναφέρονται τα εξής:

1. *φρόνιμον*: το αιώνιο πυρ διαθέτει νόηση, επομένως δεν θα πρέπει να σχετισθεί με το υλικό στοιχείο του πυρός.
2. *τῆς διοικήσεως τῶν ὄλων αἴτιον*: εκτός από την νόηση που διαθέτει, το πυρ αποτελεί το αίτιο που διοικεί τα όντα, γεγονός που δείχνει την ανώτερη φύση του.

Σε άλλα δυο αποσπάσματα (B 65 και B 66) αναφέρονται δυο ακόμη ιδιότητες του αιωνίου πυρός:

1. *χρημοσύνη*: η χρημοσύνη σύμφωνα με τον Ηράκλειτο είναι συνυφασμένη με την έννοια της διακοσμήσεως, κάτι που σημαίνει ότι το αιώνιο πυρ διακοσμεί τον κόσμο, προσδίδοντάς του ομορφιά και αρμονία.
2. *κόρος*: ο κόρος είναι συνώνυμος του χορτασμού και της πλήρωσης ενώ στην διάνοηση του Ηρακλείτου αναφέρεται στο φαινόμενο της *ἐκπύρωσεως*, όπου τα πάντα καταστρέφονται μέσα στην φωτιά. Το πυρ μάλιστα δεν περιορίζεται μόνο στην καταστροφή των όντων, αλλά έχει και τον ρόλο του κριτή (*τὸ πῦρ ἐπελθὸν κρινεῖ καὶ καταλήγεται*).

Ο Ηράκλειτος περαιτέρω, επισημαίνει και την ύπαρξη των μηχανικών κινήσεων του αρχικού στοιχείου. Συγκεκριμένα γράφει ότι: «*Από αυτό (το πυρ) όταν κατασβήνεται, κοσμοποιούνται (κοσμοποιούσθαι) τα πάντα. Πρώτα το πιο παχυμερές τμήμα του, συστελλόμενο γίνεται γη, έπειτα καταστρεφόμενη η γη από την φύση του πυρός σχηματίζεται το ύδωρ, από αυτό δε δια της αναθυμιάσεως ο αέρας. Ο κόσμος δε και όλα τα άλλα θα καταναλωθούν (αναλούσθαι) από το πυρ κατά την εκπύρωση*»⁴.

ΠΥΡ → ΓΗ → ΥΔΩΡ → ΑΕΡΑΣ

Από την μεταβολή των στοιχείων είναι φανερό ότι:

- α) Οι διαρκείς και κυκλικές μεταβολές του πυρός αποτελούν το ουσιώδες στοιχείο της πραγματικότητας.
- β) Η ενέργεια που υπάρχει στο Σύμπαν προσλαμβάνει όλες τις δυνατές μορφές.

⁴ Αέτιος, *Περί αρεσκ.* I, 11 (A 5).



Από τα λεγόμενα του Ηρακλείτου συνάγεται η ύπαρξη ενός κοσμικού κύκλου όπου η δημιουργία των πάντων προέρχεται από ένα ανωτέρας φύσεως πυρ και εναλλάσσεται με την καταστροφή του.

Τις θέσεις του Ηρακλείτου ακολούθησαν και οι Στωϊκοί, κατά τους οποίους ο κόσμος καταστρέφεται μέσω εκπυρώσεων και αναγεννάται. Σύμφωνα με τον Χρύσιππο μάλιστα ο Δίας, που εν προκειμένω συμβολίζει το πυρ αυξάνεται («τὸν Δία φησὶν αὐξέσθαι»), μέχρι να καταναλώσει όλα τα άλλα στοιχεία «μέχρις ἂν εἰς αὐτὸν ἅπαντα καταναλώσῃ»⁵. Οι Στωϊκοί μάλιστα κάνουν λόγο και για τις παλιγγενεσίες που υφίσταται ο κόσμος, σε μια διαρκή εναλλαγή μεταξύ γέννησης και καταστροφής⁶. Σημασία έχει εν προκειμένω, ότι ο κόσμος δεν είναι κάτι στατικό, αλλά αντιθέτως βρίσκεται σε μία δυναμική κατάσταση, διεπόμενος από συνεχείς εναλλαγές μεταξύ γέννησης και καταστροφής.

Επιπλέον «τον κόσμο αυτόν, τον οποίο κανένας δεν δημιούργησε, αλλά υπήρχε ανέκαθεν και θα είναι πύρ αείζωνον, το οποίο ανάβει και σβήνει σε τακτά χρονικά διαστήματα (ἀπτόμενον μέτρα και ἀποσβεννόμενον μέτρα)⁷. Θεωρεί λοιπόν ο Ηράκλειτος, ότι ο κόσμος δεν έχει αρχή, ενώ χαρακτηρίζεται ως φωτιά η οποία ανάβει και σβήνει σε τακτά χρονικά διαστήματα άποψη η οποία δεν απέχει από την πραγματικότητα, καθώς από την προσωπική μας εμπειρία βλέπουμε ότι ακόμα και στον πλανήτη μας η θερμοκρασία ανεβαίνει και κατεβαίνει σε τακτά χρονικά διαστήματα. π.χ. έχουμε αύξησή της το καλοκαίρι και μείωση τον χειμώνα.

2. Από τις εκπυρώσεις στην Μεγάλη Σύνθλιψη

Το σημαντικό στοιχείο που επισημαίνεται στο κοσμολογικό μοντέλο του Ηρακλείτου είναι η κατάρρευση του Σύμπαντος στην φωτιά. Ακόμη και στην σύγχρονη Κοσμολογία έχουν διατυπωθεί διάφορα ενδεχόμενα για την μοίρα του Σύμπαντος, όπως αυτό της Μεγάλης Σύνθλιψης, μια διαδικασία αντίστροφη στο "Big Bang" όπου οι συνθήκες και η θερμοκρασία θα είναι όπως στην εποχή του Big Bang. Προκειμένου να καταλάβουμε πώς το Σύμπαν θα μπορούσε να καταλήξει σε μια Μεγάλη Σύνθλιψη, πρέπει να μελετήσουμε το ρόλο της βαρύτητας που θα μπορούσε ενδεχομένως να την προκαλέσει. Ο Αϊνστάιν προκειμένου να ξεπεράσει αυτό το εμπόδιο πρόσθεσε στις εξισώσεις του την «κοσμολογική σταθερά Λ» που αντισταθμίζει την βαρύτητα⁸. Ο Αϊνστάιν ήταν πεπεισμένος ότι το Σύμπαν θα πρέπει να είναι στατικό αν και δεν γνώριζε την ιδέα της διαστολής θεωρώντας έτσι την κοσμολογική σταθερά ως το μεγαλύτερο λάθος της ζωής του. Ο Alexander Friedmann (1888-1925) εισήγαγε το 1922 (και ο G. Lemaitre (1894-1966) ανεξάρτητα το 1927) την ιδέα ότι το Σύμπαν επεκτείνεται και διατύπωσε τα τρία σενάρια σχετικά με τη μοίρα του, συμπεριλαμβανομένου του παράγοντα της «κρίσιμης πυκνότητας» (Ω) (εικόνα 1):

⁵ SVF 604, 3.

⁶ SVF 611, 1.

⁷ Ηράκλειτος, *Αποσπασμάτια*, Β' 30.

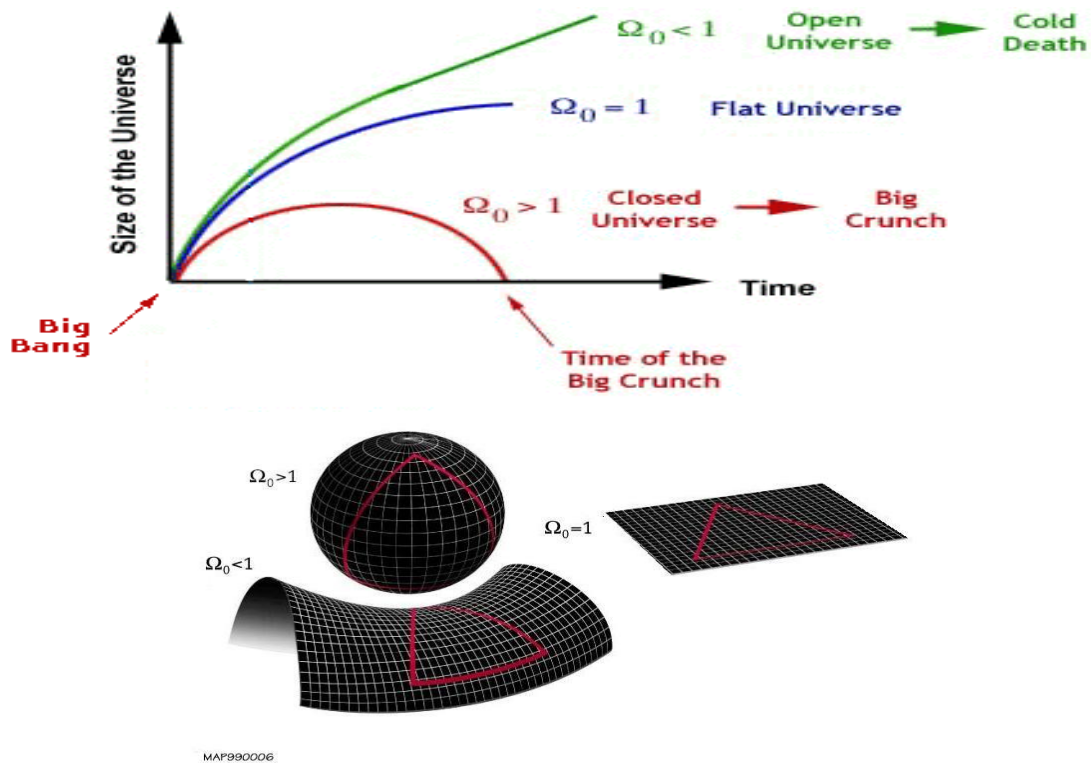
⁸ Einstein, (1915).



A. Το σύμπαν ξεκινά σε μηδενική ακτίνα στο $t = 0$, με $\Omega < 1$, επεκτείνεται αργά σε ένα σημείο κάμψης t_f όπου η επέκταση επιταχύνεται στη συνέχεια (ανοιχτό Σύμπαν).

B. Επιταχυνόμενη διαστολή με μη μηδενική ακτίνα για $t = 0$ και $\Omega = 0$ (επίπεδο σύμπαν). Παρατηρητικά δεδομένα αποκάλυψαν ότι λόγω του φαινομένου του πληθωρισμού το σύμπαν μας διεστάλη τόσο γρήγορα ώστε ο χωροχρόνος έγινε επίπεδος.

Γ. Το τρίτο σενάριο, που ονομάζεται επίσης "Ταλαντούμενο Σύμπαν", περιγράφει ένα ταλαντευόμενο σύμπαν μεταξύ μηδενικής ακτίνας και κρίσιμης τιμής πυκνότητας με $\Omega > 1$. Μέχρι την κρίσιμη τιμή, το Σύμπαν επεκτείνεται σε μια επιβράδυνση, και στη συνέχεια αρχίζει να συστέλλεται, με αποτέλεσμα την Μεγάλη Σύνθλιψη (κλειστό Σύμπαν).



Εικόνα 1: πάνω: Τα τρία σενάρια σχετικά με την τύχη του Σύμπαντος που προκύπτουν από τις εξισώσεις του Friedmann. Κάτω: οι τρεις τύποι του Σύμπαντος που βασίζονται στην τιμή της κρίσιμης πυκνότητας.

Η κρίσιμη πυκνότητα συσχετίζεται με τον όρο "ταχύτητα διαφυγής", όπου ένα σώμα για να ξεπεράσει ένα πεδίο βαρύτητας πρέπει να αναπτύξει μια ορισμένη ταχύτητα. Στην περίπτωση αυτή, ένας πύραυλος που εκτοξεύεται από τη Γη θα πρέπει να αποκτήσει επαρκή κινητική ενέργεια που υπερβαίνει τη δυναμική του ενέργεια υπό την επίδραση της βαρύτητας του ουράνιου σώματος. Στην περίπτωση της Γης η ταχύτητα διαφυγής (V_{esc}) ενός σώματος από την επιφάνεια του είναι $V_{esc} = 11,2 \text{ km/s}$ και υπολογίζεται με τον ακόλουθο τύπο:



$$v_{\text{esc}} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

G = η γενική σταθερά βαρύτητας

M = η μάζα του σώματος που πρέπει να διαφύγει

R = the distance from the center of mass

Είναι επομένως προφανές ότι η εξέλιξη του Σύμπαντος είναι σε ορισμένες απόψεις ανάλογη με την τύχη ενός σώματος που προσπαθεί να ξεφύγει από ένα πεδίο βαρύτητας, όπως ένας πύραυλος (εικόνα 2).



Εικόνα 2: Ένα όχημα εκτόξευσης Saturn V μεταφέρει την αποστολή Apollo 15 στο δρόμο της προς την Σελήνη (26/7/1971).

Ένα ενδιαφέρον σημείο είναι ότι η κοσμολογία του Ηρακλείτου είχε σημαντικό αντίκτυπο στους Στωικούς που πίστευαν ότι το Σύμπαν θα πεθάνει μέσω των εκπυρώσεων, ενώ στην συνέχεια θα ξαναγεννηθεί λέγοντας ότι ο κόσμος πεθαίνει, αν και εξιδριστική και στη συνέχεια ξαναγεννιέται. Ο Χρύσιππος ισχυρίζεται ότι ο Δίας, ο οποίος συμβολίζει τη φωτιά, αυξάνεται (τὸν Δία φησὶν αὐξεσθαι), μέχρι να φτάσει σε ένα σημείο όπου καταναλώνει όλα τα άλλα στοιχεία (μέχρις ἂν εἰς αὐτὸν ἅπαντα καταναλώσῃ)⁹ Επομένως το στοιχείο της φωτιάς φαίνεται να αυξάνεται μέχρι να φτάσει σε σημείο κορεσμού που οδηγεί στον θάνατο του Σύμπαντος. Αλλά αυτός ο θάνατος δεν είναι μη αναστρέψιμος από τη στιγμή που ο κόσμος αναζωογονείται, μια διαδικασία που είναι αιώνια¹⁰. Αυτή η συνεχής αλλαγή μεταξύ ζωής και

⁹ SVF 604, 3.

¹⁰ SVF 611, 1.



θανάτου στο Σύμπαν είναι προφανής στη φύση, αφού σύμφωνα με τον Ηράκλειτο όλα τα στοιχεία "ζουν" τον θάνατο όλων των άλλων στοιχείων.

Συνοψίζοντας, είναι προφανές ότι η κοσμολογία του Ηρακλείτου αναφέρεται σαφώς σε ένα Σύμπαν που δεν είναι στατικό, αλλά χαρακτηρίζεται από συνεχείς αλλαγές όπως στις σύγχρονες κοσμολογικές θεωρίες. Η άποψή του για το ταλαντούμενο Σύμπαν περιλαμβάνει μια φάση ανάλογη με την Μεγάλη Σύνθλιψη, ένα ενδεχόμενο για την τύχη του Σύμπαντος, που εξαρτάται από τη φύση της σκοτεινής ενέργειας και την κρίσιμη μάζα στο Σύμπαν.

Βιβλιογραφία

- Aetius, (1879). *De placitis reliquiae*, ed. H. Diels, Berlin: Reimer.
- Αριστοτέλης, (1924). *Μετά τα φυσικά*, ed. W.D. Ross, Oxford: Clarendon Press.
- Diels, H. and Kranz, W. (1951). *Die Fragmente der Vorsokratiker*, vol. 1, 6th edn. Berlin: Weidmann.
- Einstein, A. (1915). *The Field Equations of Gravity*, Sitzungsberichte der konglich preussischen Akademie der Wissenschaften.
- Ιππόλυτος, (1986). *Του κατά πασών αιρέσεων έλεγχος*, *Refutatio omnium haeresium* [ed. M.Marcovich, Berlin, De Gruyter 11.
- Πλάτων, (1900). *Κρατύλος*, ed. J. Burnet, Oxford: Clarendon Press.
- Σέξτος Εμπειρικός, (1914). *Κατά μαθηματικών*, ed. H. Mutschmann and J. Mau, Leipzig: Teubner.
- Χρύσιππος, (1903). *Fragmenta logica et physica*, ed. J. von Arnim, *Stoicorum veterum fragmenta*, (SVF) vol. 2. Leipzig: Teubner.